

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra stavebních hmot a diagnostiky staveb

Stavebně-technický průzkum a analýza autentického stavebního materiálu
hřbitovního kostela Sv. Petra a Pavla

Architectural and technical survey and analysis of authentic building materials
in the Church of St. Peter and Paul

Student:

Bc. Miroslava Škopcová

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jana Daňková, Ph.D.

Ostrava 2017

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Katedra stavebních hmot a diagnostiky staveb

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Miroslava Škopcová**

Studijní program: N3607 Stavební inženýrství

Studijní obor: 3607T021 Stavební hmoty a diagnostika staveb

Téma: Stavebně - technický průzkum a analýza autentického stavebního materiálu hřbitovního kostela Sv. Petra a Pavla
Architectural and technical survey and analysis of authentic building materials in the Church of St. Peter and Paul

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Cílem závěrečné práce je realizace předběžného a podrobného stavebně - technického průzkumu vybrané stavby, která je prohlášenou kulturní památkou. Doporučené členění práce:

1. Úvod.
2. Teoretická část: problematika stavebně - technických průzkumů ve vztahu k platné legislativě a normám, stavební vývoj určeného objektu, výběr diagnostických metod.
3. Experimentální část: postupy, naměřená data a jejich hodnocení, analýza historických stavebních konstrukcí v objektu, přílohou bude výkresová dokumentace, protokoly z měření.
4. Závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:

- Škabrada, J.: Konstrukce historických staveb. Praha: Argo, 2003, s. 395, ISBN 80-7203-548-7.
- Kloiber, M. a Drdáký, M.: Diagnostika dřevěných konstrukcí. Praha: ČKAIT, 2015, s. 168, ISBN 978-80-87438-64-0.
- Vinař, J. a kol.: Historické krovy. Praha: Grada, 2010, s. 448, ISBN 978-80-247-3038-7.
- Šefců, O. a Štumpa, B.: 100 osvědčených stavebních detailů. Praha: Grada, 2009, s. 216, ISBN 978-80-247-3114-8.
- Binda, L., I. Papayianni, E. Toumbakari a R. Van Hees: Mechanical tests on mortars and assemblages. In: Groot, C., G. Ashall a J. Hughes (eds.). Characterisation of old mortars with respect to their repair – final report of RILEM TC 167-COM. [S. l.]: RILEM publications SARL, 2004, 57-76.
<https://doi.org/10.1617/2912143675.005>
- ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí - Hodnocení existujících konstrukcí. Praha: ÚNMZ, 2014, s. 43.
- ČSN 73 0038 Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí - Doplňující ustanovení. Praha: ÚNMZ, 2014, s. 54.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jana Daňková, Ph.D.**

Datum zadání: 28.02.2017

Datum odevzdání: 30.11.2017



doc. Ing. Vlastimil Bílek, Ph.D.
vedoucí katedry





prof. Ing. Radim Čajka, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, же VŠB – TUO má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3 zákona č. 121/2000 Sb.)
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB- TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, же оdevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/19987 Sb., O vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě

Poděkování

Ráda bych poděkovala své vedoucí práce paní Ing. Jana Daňková, Ph.D., za odborné vedení, cenné rady a připomínky k této diplomové práci. Dále bych chtěla poděkovat prof. Ing. Petr Martinec CSc. a oddělení laboratorních výzkumu geomateriálů Ústavu Geoniky AV ČR za přípravu vzorků, cenné rady a připomínky k analýzám. Dále bych chtěla poděkovat Institutu čistých technologií těžby a užití energetických surovin - Projekt udržitelnosti. Identifikační kód: LO1406. Ing. Děkuji také Tereze Majstríkové, Ph.D. a Ing. Pavlu Mecovi za pomoc při termické analýze. Poděkování patří také správě areálu kláštera premonstrátů v Želivi za umožnění odběru vzorků.

Diplomová práce byla podpořena studentským grantovým projektem SP2017/120.

Anotace

Bc. Škopcová, M. *Stavebně-technický průzkum a analýza autentického stavebního materiálu hřbitovního kostela Sv. Petra a Pavla*, Diplomová práce, Ostrava: FAST, VŠB-TUO, 2017, 92 s.

Diplomová práce se zabývá Stavebně-technickým průzkumem a analýzou autentického stavebního materiálu hřbitovního kostela Sv. Petra a Pavla v Želivi. Teoretická část je zaměřena na stavebně technický průzkum historických staveb, dále na stavební historii kostela Sv. Petra a Pavla v Želivi a metodiku práce. Experimentální část práce se zabývá stavebně-technickým průzkumem vybraného stavebního objektu. Daný průzkum je zaměřen na posouzení vlhkostního stavu a salinity objektu, analýza autentického stavebního materiálu, zjištění a identifikaci poruch a vad v celém objektu. Z výsledků analýz jsme zjistili, že se jedná o maltu z raně barokního období.

Klíčová slova

stavebně technický průzkum, diagnostika staveb, vlhkost, analýza stavebního materiálu, sanace

Anotation

Bc. Škopcová, M. *Architectural and technical survey and analysis of authentic building materials in the Church of St. Peter and Paul*, Dissertation, Ostrava: FAST, VŠB-TUO, 2017, 92 s.

The diploma thesis deals with the technical-building survey and analysis of the authentic building materials of the cemetery church Sv. Peter and Paul in Želiv. The theoretical part is focused on the technical-building survey of historical buildings, on the building history of the church Sv. Peter and Paul in Želiv and the methodology of work. The experimental part of the thesis deals with the technical-building survey of the selected building. This survey is focused on assessing the humidity status and salinity of the object, analyzing the authentic building material, identifying faults and defects throughout the building. The result of the analyzes was that it was a mortar from the Early Baroque period.

Keywords

technical-building survey, diagnostic methods, humidity, analysis of building materials, rehabilitation

Obsah

1	Úvod	12
2	Teoretická část.....	13
2.1	Stavebně-technický průzkum	13
2.2	Postup hodnocení stavby	15
2.2.1	Vstupní údaje.....	15
2.2.2	Předběžný průzkum - předběžné hodnocení	15
2.2.3	Podrobný průzkum- podrobná prohlídka	16
2.2.4	Výsledné hodnocení	18
2.2.5	Hodnocení kulturních památek	18
2.2.6	Struktura zprávy dle ISO 13822 [17]:	20
2.3	Stavební historie kostela Sv. Petra a Pavla v Želivi	21
2.4	Metodika stavebně-technického průzkumu	29
2.4.1	Zaměření stavby	29
2.4.2	Průzkum stavebních vad a poruch.....	30
2.4.3	Analýzy autentických stavebních materiálů.....	30
2.4.4	Měření vlhkosti	31
2.4.5	Stanovení salinity	33
2.4.6	Termická a termogravimetrická analýza (DSC/TG)	34
2.4.7	Infračervená spektrometrie.....	35
2.4.8	Granulometrická analýza kameniva omítek a malt	35
2.4.9	Analýza nerozpustných zbytků	36

2.4.10	Petrografický rozbor drobného kameniva u omítek a malt	36
3	Experimentální část	37
3.1	Stavební vývoj kostela Sv. Petra a Pavla	37
3.2	Popis a průzkum Kostela sv. Petra a Pavla	38
3.2.1	Terénní podmínky a charakteristika okolí	39
3.2.2	Provozní podmínky v objektu	39
3.2.3	Stavebně technický popis	40
3.2.4	Instalace v objektu	43
3.3	Zaznamenané vady a poruchy v rámci předběžného stavebně-technického průzkumu 44	
3.3.1	Poruchy střešního pláště	44
3.3.2	Zvýšená vlhkost materiálů	45
3.3.3	Vlhkostní projevy v exteriéru	46
3.3.4	Degradace kamene	46
3.3.5	Trhliny v nosných konstrukcích	47
3.3.6	Uvolněný schodišťový stupeň na západní straně objektu	50
3.4	Podrobný stavebně-technický průzkum a metodika laboratorních prací	51
3.4.1	Stanovení vlhkosti stavebních materiálů	51
3.4.2	Obsah vodorozpustných solí	53
3.4.1	Analýza pojiv historických omítek a malt	54
3.4.2	Analýza nerozpustných zbytků	55
3.4.3	Granulometrická analýza kameniva omítek a malt	55
3.4.4	Petrografický rozbor drobného kameniva omítek a malt	56

3.5	Výsledky experimentální části.....	57
3.5.1	Vlhkost zdiva.....	57
3.5.2	Vlhkost dřeva	58
3.5.3	Analýza vzorků omítek a malt	58
3.5.4	DSC/TG analýza pojiv vzorků omítek a malt	58
3.5.5	Obsah vodorozpustných solí	59
3.5.6	Analýza omítky anal. č. 16 217.....	60
3.5.1	Analýza omítky anal. č. 16 219.....	67
3.5.1	Analýza malty anal. č. 16 220	69
3.5.2	Analýza malty anal. č. 16 203	72
3.5.1	Srovnání drobného kameniva u omítek a malt.....	77
3.6	Vyhodnocení průzkumu objektu	79
3.7	Návrh sanace a opatření vybraných poruch a vad v závislosti na provedeném stavebně technickém průzkumu	80
4	Závěr.....	82
5	Seznam použitých pramenů	83
6	Seznam příloh.....	90

Seznam použitého značení

ČSN	česká technická norma
DSC/TG	differential scanning calorimeter/ thermogravimetry
DK	drobné kamenivo
FTIR	infračervené spektrometrii s Fourierovou transformací
ISO	mezinárodní organizace pro normalizaci
m	hmotnost vzorku v přirozeném stavu [g]
m _d	hmotnost vlhkého vzorku [g]
m _s	vlhkost vysušeného vzorku [g]
PO	pojivo
w	hmotnostní vlhkost vzorku [%]

1 Úvod

Obnova památek je důležitou součástí pro zachování kulturního dědictví v daném regionu a v celé zemi. Kulturní památka má pro společnost nezastupitelnou informační hodnotu o naší minulosti. Proces obnovy památky začíná u průzkumných prací, zakreslení stávajícího stavu, analýzy historických materiálů a závěrečného hodnocení objektu. Získané poznatky vedou ke zpracování projektu pro obnovu památky. K jednotlivým obnovám památek se musí přistupovat individuálně a respektovat charakter stavby, použité materiály a technologie. Projekt obnovy památky nebo jakýkoliv stavební zásah v kulturní památce a v jejím okolí je majitel povinen konzultovat nebo předem předložit návrh obnovy pracovníkům památkové péče.

V teoretické práci se zabývám stavebně technickým průzkumem historických staveb, dále stavebním vývojem kostela Sv. Petra a Pavla a klášterního areálu v Želivi a metodikou stavebně technického průzkumu.

Experimentální část práce je zaměřena na stavebně technický průzkum a analýzu autentických materiálů kulturní památky kostela Sv. Petra a Pavla v Želivi pod číslem 20751/3-3362. V předběžném průzkumu bylo provedeno shromáždění všech dostupných informací o objektu, základní zaměření stávajícího stavu, provedení vizuální prohlídky objektu se zaměřením na vady a poruchy v celém objektu a následné zakreslení do výkresové dokumentace. Podrobný stavebně technický průzkum zahrnoval zjištění vlhkostního stavu, salinity zděných konstrukcí a analýzu historických omítek a malt. Cílem analýzy omítek je stanovení jejich složení: druhu kameniva, příměsí a pojiva, poměru mísení pojiva a plniva. Dané poznatky přispějí k zhotovení obdobné směsi pro rekonstrukční práce u daného objektu. Závěr práce je věnován celkovému zhodnocení stavu objektu a předběžnému návrhu možných opatření a sanačních zásahů v daném objektu.

2 Teoretická část

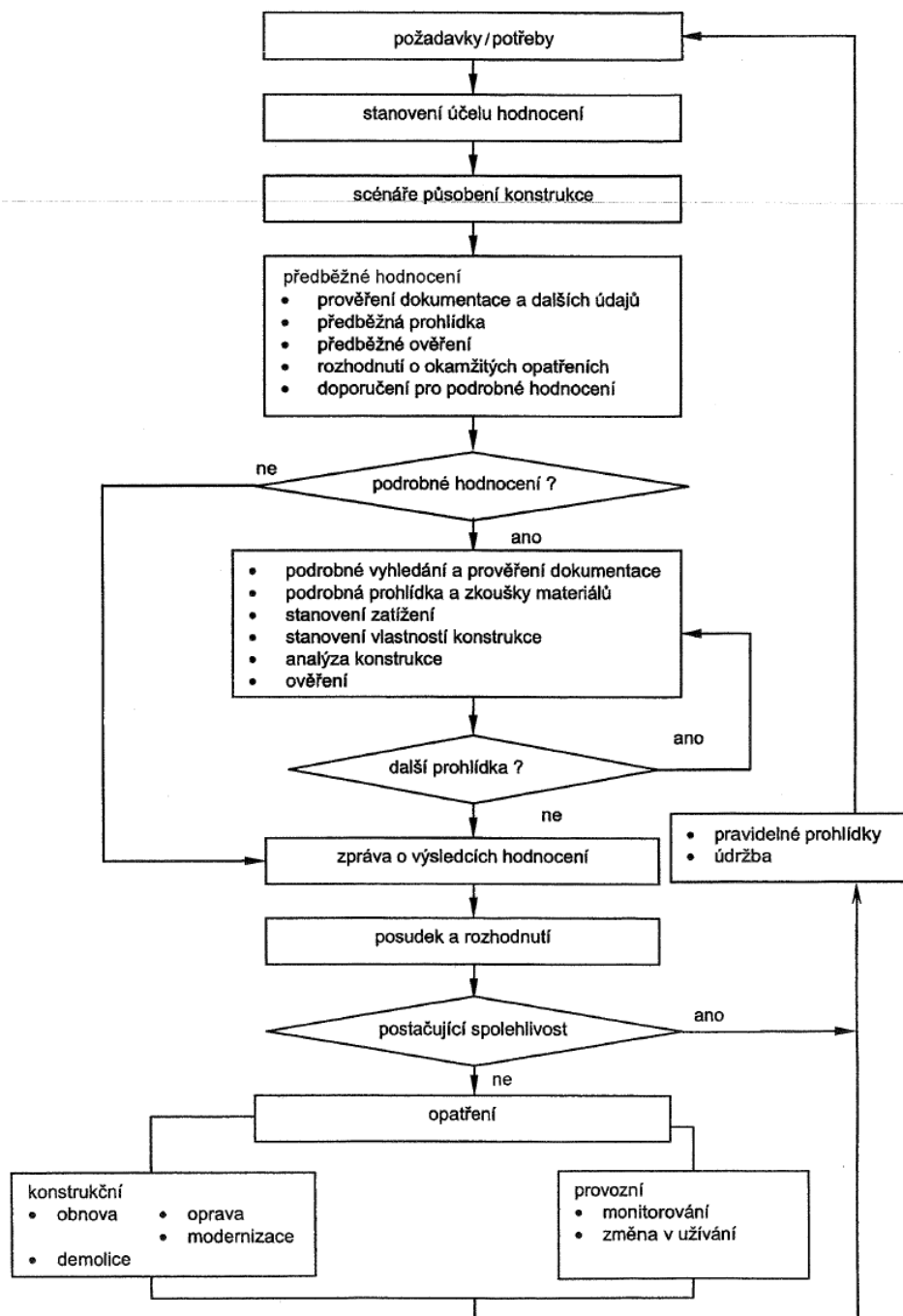
2.1 Stavebně-technický průzkum

Stavebně technický průzkum se provádí za účelem prověření aktuálního stavu konstrukce a vlastností stavebních materiálů. Prvním krokem je shromáždění všech dostupných informací o objektu a území. Dalším krokem je provedení průzkumných prací.

Průzkumné práce by se měly zaměřit na kritická místa, ve kterých vznikají poruchy. Za pomoci diagnostických metod nebo monitoringu lze zjistit všechny možné příčiny jejich vzniku. Stavebně technický průzkum je možné provádět pro posouzení celé konstrukce, ale i pro konkrétní část.

Problematikou stavebně technických průzkumů a hodnocení existujících konstrukcí se zabývá norma ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí a další platné normy. Tato norma popisuje obecné požadavky a postupy pro hodnocení existujících konstrukcí, které vychází ze zásad spolehlivosti konstrukcí. Obvykle se provádí ve třech stupních: předběžný, podrobný a doplňkový průzkum. Metodika stavebně-technického průzkumu je popsána vývojovým diagramem (obr. č. 1).

Normu lze použít pro hodnocení jakékoliv existující konstrukce, která byla původně navržena, vypočtena a provedena na základě přijatých inženýrských zásad nebo návrhových pravidel a také pro konstrukce provedené na základě kvalitní řemeslné práce, dlouhodobých zkušeností a obecně profesionálních postupů. Dalším důležitým dokumentem pro hodnocení je související norma ČSN 73 0038 z roku 2014, která má formu národní přílohy a více konkretizuje problematiku hodnocení existujících konstrukcí [4].



Obr. 1 Vývojový diagram postupu hodnocení, dle ČSN ISO 13822 [17]

2.2 Postup hodnocení stavby

Daný postup je vypracovaný s ohledem k památkově chráněným objektům a k platné legislativě a normám.

2.2.1 Vstupní údaje

Před samotným hodnocením existujících konstrukcí musíme získat od vlastníka vstupní informace. Především základní informace o objektu, projektovou dokumentaci, stavební deník, historii spjatou s objektem, záznamy o přestavbách atd. Účel a rozsah hodnocení vyplývá ze smlouvy a stanovuje ho zadavatel průzkumu. Z daných vstupních informací stanovíme účel hodnocení existující konstrukce. Účel hodnocení existující konstrukce může být [4]:

- nástavba nebo přístavba objektu,
- změna vlastníka objektu,
- nová výstavba v těsném sousedství,
- vyhodnocení možnosti změny v užívání prostoru,
- vyhodnocení spolehlivosti konstrukce vzhledem k jejímu poškození od mimořádných událostí,
- vyhodnocení spolehlivosti existující konstrukcí.

2.2.2 Předběžný průzkum - předběžné hodnocení

Studie dokumentace a další údaje

Na základě studia dostupné dokumentace zhodnotíme úplnost jak z hlediska rozsahu, tak i z hlediska správnosti dokumentace. Pokud dokumentace není k dispozici, nebo je neúplná, pak provedeme zaměření stávajícího stavu objektů. Základní metody zaměření stávajícího stavu:

- stavební (zjednodušené) měřické metody: laserový dálkoměr, svinovací metr, pásma,
- geodetické měřící metody: metody měření polohopisu, výškopisu, průčelí (totální stanice, GPS rovery),
- laserové skenování (3D skenování) [13].

Z poskytnutých podkladů se pokusíme zajistit veškeré dostupné údaje o existujícím objektu:

- historii stavebních úprav, přestaveb, přístaveb daného objektu
- historii stavebních úprav sousedních objektů, pokud mají vliv na konstrukční stav řešeného objektu
- pro hledání archivních map, vedutů a podobysen daného objektu
- významné vlivy prostředí na existující konstrukce, například mimořádná zatížení požárem, povodní atd.
- zjištění základních informací o geologickém a hydrogeologickém stavu v daném území [4].

Předběžná prohlídka

Předběžná prohlídka slouží k ověření skutečného stavu existujících konstrukcí a zdokumentování rozsahu vad a poruch existujících konstrukcí. Provede se vizuální prohlídka a prohlídka za pomoci jednoduchých nástrojů. Při dané prohlídce shromažďujeme informace o skutečném stavu existujících konstrukcí, vlhkostních projevech, předběžné charakteristice použitých materiálů. Dále provedeme prohlídku okolního území daného objektu.

Při předběžné prohlídce zaznamenáváme jednotlivé údaje o poruchách a vadách v existujících konstrukcích, viditelných deformacích existujících konstrukcí:

- o ztrátě stability existujících konstrukcí,
- o trhlinách na existujících konstrukcích,
- o korozi existujících konstrukcí,
- o napadení existujících konstrukcí biologickými škůdci,
- o změně povrchové struktury nebo barvy povrchu existující konstrukce [4].

V průběhu předběžné prohlídky vytvoříme fotodokumentaci stavu existujících konstrukcí. Při předběžné prohlídce můžeme uvážit případné měření trhlin, určení sond do jednotlivých konstrukcí. U historických staveb se musí celý průzkum konzultovat vždy s předstihem s příslušným pracovníkem památkové péče.

2.2.3 Podrobný průzkum- podrobná prohlídka

Podrobná prohlídka je provedena pomocí zkušebních metod jak destruktivních, tak i nedestruktivních. U kulturních památek se provádějí především metody nedestruktivní a semidestruktivní, aby nedošlo k poškození chráněných částí památky. V případech, kdy nelze získat spolehlivé údaje a informace o složení jednotlivých materiálů a uspořádání konstrukce, je možné přistoupit k použití destruktivních diagnostických metod. Navržené destruktivní metody se mohou provádět až po souhlasu stanoveného příslušného pracovníka památkové péče [16].

Rozsah podrobného průzkumu existujících konstrukce závisí na konkrétní konstrukci a požadavcích investora. Při podrobné prohlídce se například provádí:

- průzkum stavebních vad a poruch a následné zjišťování jejich příčin,
- měření přetvoření existujících konstrukcí při provozním zatížení a při zatěžovacích zkouškách,
- průzkum vlhkosti, salinity a biokoroze,
- odebrání vzorků pro zjištění materiálových charakteristik [4].

Před provedením zkoušek v rámci podrobného průzkumu je třeba plán a postup zkoušek odsouhlasit s objednatelem a pracovníkem památkového úřadu. V plánu zkoušek má být specifikován rozsah zkoušek a množství odebraných vzorků. Při odběru vzorků je třeba dbát, aby nedošlo k ohrožení bezpečnosti a stability existující konstrukce a poškození významných historických prvků. Součástí podrobného průzkumu je dokumentace odebraných vzorků materiálů a zápis výsledků všech prováděných zkoušek a měření s časovými a datovými údaji. Následně provádíme celoroční sledování účinků okolního provozu a prostředí, například vliv otřesů na objekt, teplotní režim a vlhkost působící na existující konstrukci [4].

Analýza konstrukce

Stanovení účinků zatížení na konstrukcích provedeme dle doporučených norem. Únosnost nosných prvků a konstrukcí stanovíme s ohledem na skutečné účinky zatížení a to s vlivem skutečné degradace existující konstrukce [17].

Do skupiny závažných vad a poruch zařazujeme všechny vady a poruchy, které snižují zásadně spolehlivost existujících konstrukcí jako celku. Převážně se jedná o aktivní vady a poruchy, u kterých dochází k jejich postupnému rozvoji a šíření. Mezi méně závažné vady a poruchy zahrnujeme takové, které se vyskytují lokálně a nemají velký vliv na spolehlivost existujících konstrukcí jako celku. Podle závažnosti poruch můžeme členit na:

- Drobné poruchy a vady – menší vady a poruchy, které nesníží spolehlivost existující konstrukce, staticky nevýznamné, estetického charakteru, jejich oprava není z hlediska spolehlivosti nutná.
- Hlavní vady a poruchy – vady a poruchy, které s velkou pravděpodobností mohou vést k selhání existující konstrukce nebo ke snížení spolehlivosti existující konstrukce, staticky významné, je nutná včasná intervence.
- Kritické vady a poruchy – lze také nazývat havarijními vadami a poruchami, které mohou vést k ohrožení osob, které pobývají v objektu nebo jsou v blízkosti tohoto objektu, je nutná okamžitá bezodkladná intervence [4].

Při realizaci průzkumu se používá kombinace destruktivních a nedestruktivních metod, které se vzájemně doplňují. Zaměřuje se především na [13]:

- vizuální prohlídku poruch,
- kontrolu stavebních prvků a dílců v objektu,
- prohlídku poruch hmatem, popřípadě poklepem pomocí náradí,
- pomocí lokálních nebo pásových sond,
- pomocí hloubkových vrtů do vyšetřovaného prvku,
- pevnost a charakteristiku materiálů,
- zatěžovací zkoušky,
- sledování změn poruch v čase.

2.2.4 Výsledné hodnocení

V závěrečném hodnocení se vyhodnotí stav existujících konstrukcí z hlediska spolehlivosti, bezpečnosti stavby, hygienického hlediska a ochrany zdraví. Na základě podrobného průzkumu se navrhne optimální sanační technologie pro zjištěné vady a poruchy, popřípadě doporučení dalších průzkumných činností. Také je nutné uvést podmínky pro užívání konstrukce a shrnout navržená konstrukční a provozní opatření pro danou stavbu [17].

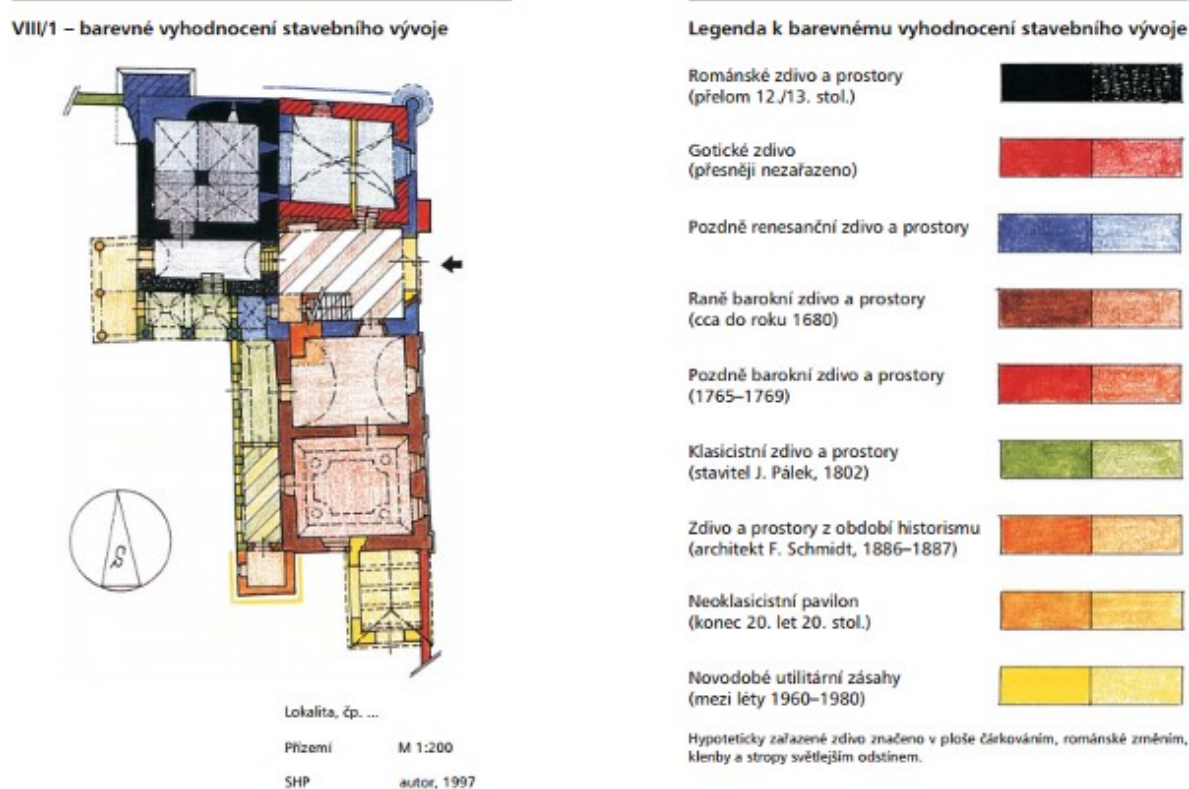
2.2.5 Hodnocení kulturních památek

Postupy hodnocení konstrukcí objektu dle normy ČSN ISO 13822 lze aplikovat i při hodnocení konstrukcí objektů kulturních památek, které mají vlastní kulturní a památkovou hodnotu. Tyto konstrukce se mají chránit jako celek. Jejich nosná konstrukce nepředstavuje pouze podpěrnou funkci pro zbývající historickou či architektonicky významnou část objektu. Během jakéhokoliv konstrukčního opatření je nutné respektovat celistvost existující konstrukce a při hodnocení kulturních památek se musí zahrnout následující dvě hlediska:

- inženýrské, které se zaměřuje na funkční způsobilost konstrukce,
- hledisko památkové hodnoty jako kulturního zdroje [17].

Tato dvě hlediska se mají brát v úvahu při jakémkoli rozhodování o konstrukčním opatření a mají být zvažována a prováděna souběžně. Následné zhodnocení se provádí objektivně s ohledem na vliv stavebních opatření či oprav na památkovou hodnotu objektu [17].

Výsledkem stavebně historického průzkumu je zpráva, rozdělená na několik částí. V první části je popsána historie stavby. Z údajů o stavbě lze určit stáří stavby a jednotlivých konstrukcí, případně i možné přestavby a přístavby objektu. Ve druhé části je architektonický rozbor stavby, který obsahuje popis architektonických a výtvarných hodnot interiéru a exteriéru, které se na objektu dochovaly. Třetí část obsahuje umělecko-historické hodnocení objektu a všech zjištěných údajů, např. slohové etapy vývoje stavby. Další část průzkumu obsahuje půdorys, pohledy a syntetické plány. Půdorys a pohledy bývají obvykle v měřítku 1:200 s barevným, nebo grafickým vyznačením původního zdiva a významnými architektonickými detaily. Syntetické plány se zpracovávají u památkových staveb. Barevně se v plánech značí prvky nebo části stavby, které musí být bezpodmínečně zachovány a mají historicky významnou hodnotu [12].



Obr. 2 Barevné vyhodnocení stavebního vývoje [12]

2.2.6 Struktura zprávy dle ISO 13822 [17]:

Titulní strana

Mají se uvést následující položky: název, datum, objednatel a autor (plné jméno a adresa inženýra nebo firmy).

Identifikační údaje zpracovatele

Uvedou se osoby provádějící hodnocení společně se zástupci objednatele a s dalšími účastníky.

Souhrn

Na jedné až dvou stranách se problém výstižně a stručně shrne, uvedou se významné prvky vyšetřování, hlavní závěry a doporučení včetně všech důležitých výhrad a/nebo zamítnutí.

Vlastní obsah

Mají se zahrnout následující položky:

- a) rozsah hodnocení;
- b) popis konstrukce;
- c) vyšetřování;
- d) analýza;
- e) ověření;
- f) analýza údajů;
- g) posouzení možných variant opatření;
- h) závěry a doporučení;
- i) referenční dokumenty a literatura;
- j) přílohy.

Příložný obsah zprávy ke kulturním památkám

- a) Zpráva o historii památky
- b) Záznam o kulturním dědictví (včetně popisu památky)
- c) Postupy prohlídky a výsledky
- d) Postupy monitorování a výsledky
- e) Úvahy o aspektech památky
- f) Omezení při hodnocení

2.3 Stavební historie kostela Sv. Petra a Pavla v Želivi

Historie hřbitovního kostela Sv. Petra a Pavla v Želivi dosud nebyla odborně zkoumána. Lze se však domnívat, že úzce souvisí s historií kláštera premonstrátů v Želivi.

Samotná datace počátků osídlení Želivi je předmětem českého historického bádání. Písemných pramenů je několik, avšak jejich interpretace není jednoznačná. Historie osídlení Českomoravské vrchoviny je známa především od objevu polymetalických rudných surovin na Jihlavsku a Havlíčkobrodsku v polovině 13. Století. O době, která předcházela, víme nesrovnatelně méně a každé svědectví je o to cennější [2].

Z dostupných písemných historických pramenů lze jen nepřímo odvozovat, zda před založením kláštera byl Želiv sídelním útvarem, popřípadě jaký zde byl charakter osídlení [3]. Ojedinělým historickým písemným pramenem je Jarlochova kronika¹.



Obr. 3 Pohlednice s vyobrazenou legendou o založení kláštera Želivského Soběslavem I., původní předloha z 1. poloviny 18. Stol. [19]

¹ opat Jarloch, první opat milevského kláštera, český kronikář a významná osobnost z přelomu 12tého a 13tého století.

V současné době se historikové spíše přiklánějí k názoru, že klášter v Želivi byl založen roku 1139 a jeho fundátorem byl přemyslovský kníže Soběslav I. Avšak jako rok založení kláštera je také zmiňován rok 1144. Jarlochova kronika zmiňuje jako zakladatele prvního (benediktínského) kláštera na tomto místě opata Reginarda z Met. Podle Jarlochovy kroniky opat Reginard založil dva kostely: kostel Sv. Petra a kostel Panny Marie a oba kostely byly vysvěceny pražským biskupem Otou v roce 1148 [2].

Avšak některé interpretace historických pramenů [3] připouštějí, že první klášter na tomto místě byl již roku 1139 dokončen a to ve fázi dřevěného provizoria. Současně vyjadřují domněnku, že na tomto místě existovalo osídlení před založením kláštera. O hustotě a charakteru osídlení však historické prameny nehovoří a jednotný názor na základě interpretace nepřímých historických důkazů není v současné době k dispozici.

Nicméně, je pravděpodobné, že kostel Sv. Petra a Pavla sdílel pohnutou historii kláštera, jehož je dnes součástí.

Historie Želivského kláštera

Želivský klášter se nachází na pomezí Čech a Moravy, na soutoku Želivky a Trnávky, jedenáct kilometru západně od Pelhřimova.

Do želivského kláštera byl nejdříve povolán řád benediktinů ze Sázavy. Mniši, v dané době mýtili les a upravovali místo, na němž pak vystavěli kostel sv. Petra, klášter i baziliku se dvěma apsidami a čtyřmi oltáři ke cti Panny Marie.¹

V roce 1144 rozsáhlý Želivský újezd daruje Vladislav pražskému biskupu Otovi, který získal i zakladatelská práva.² „Toto obdarování bylo vlastně narovnáním sporu mezi pražskými a olomouckými biskupy právě o Podivínský hrad na Břeclavsku, který byl navrácen Olomouci, kde byl biskupem Jindřich Zdík.“³

V roce 1149 nařídil zakladatel změnu řehole, kde benediktinská komunita musela klášter opustit. Zakladatel také mohl vybrat jiný řád. Biskup Ota zvolil řád premonstrátský za jeho účtyhodnost a novátorství. Poté co benediktini opustili klášter, se nastěhovali premonstráti

² CDB I., str. 161 – 163, č. 157 – zmínka.

³ Krčilová, Irena: Vřesník. Vřesník: Sbor dobrovolných hasičů, 2009, str. 9.

z rozrůstajícího se porýnského Steinfeldu. Jindřich Zdík, který měl velkou zásluhu na rozšíření premonstrátského řádu v našich zemích, se sám stal premonstrátem.⁴

Prvním opatem se stal vzdělaný Gotšalk, který dal klášteru vynikající základní postavení. Premonstráti v té době žili velmi bídne, většinou jen z almužen věřících.⁵

První písemná zmínka o klášteru pochází z 9. května 1226, kde jsou vypsány první želivské klášterní statky. Papež Honorius III.⁶

V roce 1278 skončila bitva na Moravském poli, Želivský klášter byl vydrancován. Docházelo ke krutému pronásledování premonstrátské řehole, konkrétně Petr Žitavský, známý český kronikář a druhý opat na Zbraslavi.⁷

V roce 1375 došlo k ničivému požáru za opatování Jindřicha II. Vyhořel klášter a kostel v románském stylu basiliky [10].

Dne 6. května roku 1420 přišli husité k Želivu a klášter vyrabovali. Členové kláštera utekli do opevněné Jihlavy. Po čase se opět vrátili do opuštěného kláštera, z něhož byli opakovaně vyhnáni. Husité řeholníky pronásledovali na cestě do Německého Brodu. Napadli je a některé zavraždili. V historických pramenech nelze dohledat, zda opat kláštera přežil. Řeholníci se usídlili na faře u svatého Jakuba v Jihlavě na dobu delší než 100 let. I když premonstráti žili v Jihlavě, doufali, že se do Želivi vrátí [10].

Opati v roce 1443 vymohli od kardinála Juliána a v roce 1460 od arcibiskupa Jeronýma dovolení sloužit bohoslužby v kostelech znesvěcených husity, u takzvaných přenosných oltářů.⁸ „Opatu Janu II. se povedlo opravit a dokončit klášterní chrám, mj. vymohl roku 1458 na českém králi Jiřím Poděbradském potvrzení všech klášterních výsad a privilegií.“⁹

Během bojů mezi katolíky a kališníky, zůstal želivský opat věrný papeži a Církvi a klášter byl za tento jeho zásadový postoj potrestán konfiskací všech statků, které byly v letech 1467–1468 zastaveny lipnickému pánovi Burianu Trčkovu z Lípy s podmínkou, že on

⁴ Charouz O. Praem., Jindřich Zdeněk: *Oživené dědictví – Premonstrátský Želiv včera a dnes*. str.6.

⁵ Poprvé doložen v listině CDB I. str. 169–170, č. 164.

⁶ CDB II., str. 274–277, č. 281; Regesta diplomatica nec non epistolaria Bohemiae et Moraviae IV.,

⁷ Charouz O. Praem., Jindřich Zdeněk: *Oživené dědictví – Premonstrátský Želiv včera a dnes*. str.6.

⁸ Charouz O. Praem., Jindřich Zdeněk: *Oživené dědictví – Premonstrátský Želiv včera a dnes*. str.9.

⁹ Charouz O. Praem., Jindřich Zdeněk: *Oživené dědictví – Premonstrátský Želiv včera a dnes*. str.9.

i jeho dědicové a nástupci musí v Želivě ponechat tři želivské premonstráty pro potřeby duchovní správy. Vyhnaní řeholníci odešli do Jihlavy, kde stále mezi sebou volili opata.¹⁰

Burian Trčka z Lípy, bratr Mikuláše staršího, patřil k nové generaci kališnických politiků. Od roku 1457 zastával zemský úřad nejvyššího písaře. Stál po boku Jiřího z Poděbrad jako zkušený diplomat, čímž získal pověst nejvýznamnějšího Poděbradova státníka v rytířském stavu. Svým vlivem stál v čele české nekatolické nižší šlechty.¹¹ Byl představitel ortodoxní protestantské církve. Dané vyznání víry může mít spojitost s hřbitovním kostelíkem Sv. Petra a Pavla. Symbolem svaté trojce na západním průčelí štítu může naznačovat, že v době vlastnictví rodiny Trčkovy byl kostel protestantský.

V těsné blízkosti kláštera Trčka vystavěli i své sídlo tzv. Trčkův hrad. Do roku 1622 klášter měnil své majitele, poté byl navrácen Marii Magdaléně Trčkové jako náhrada za peníze půjčené císaři.¹²

V roce 1568 požádal Kašpar Schönauer císaře Maxmiliána, aby mu odkázal důchody želivského kláštera.¹³ Císař daroval Kašparu patronátní právo nad jihlavským kostelem u sv. Jakuba a udělil mu titul želivského opata. Popud k obnovení kláštera vyšel od Jana Lohelia.¹⁴ Ten se stal roku 1589 opatem kláštera. Jan Lohel chtěl v klášteře znovu obnovit řeholní život, aby se premonstráti mohli vrátit. Největším problémem byl, že klášter pořád vlastnili Trčkové. Aby se premonstráti mohli navrátit, musel by být vykoupen. Opat Lohel v roce 1590 vyslal do želivského kláštera malou skupinku řeholníků a vyplatil klášterní statky na Moravě.¹⁵

Vykoupení se povedlo až nástupci Kašparu z Questenberka, strahovskému opatu, povolil císař Ferdinand II. vykoupení kláštera od paní Trčkové. Klášter byl navrácen strahovským premonstrátům, dne 19. července 1623 přešel Želiv do vlastnictví Strahova.¹⁶

Kašpar Questenberk poslal do Želiva svého administrátora Jana Václava Althause. Althaus nechal postavit u presbyteria kostela o třech lodích, se dvěma věžemi v průčelí.¹⁷ V této

¹⁰ Charouz O. Praem., Jindřich Zdeněk: *Oživené dědictví – Premonstrátský Želiv včera a dnes*. str.9.

¹¹ MUSIL, František a Jaroslav ČECHURA. *Dějiny*, s. 609.

¹² Charouz O. Praem., Jindřich Zdeněk: *Oživené dědictví – Premonstrátský Želiv včera a dnes*. Str.9

¹³ Petřů, Václav: *Klášter Želiv*. str.56.

¹⁴ Křivský, Pavel František. *Klášter premonstrátů v Želivě*. str. 14.

¹⁵ Charouz O. Praem., Jindřich Zdeněk: *Oživené dědictví – Premonstrátský Želiv včera a dnes*. str.10.

¹⁶ Charouz O. Praem., Jindřich Zdeněk: *Oživené dědictví – Premonstrátský Želiv včera a dnes*. str.10.

podobě se klášter dochoval dodnes. Kostel byl v roce 1630 slavnostně vysvěcen pražským biskupem Arnoštem kardinálem z Harrachu. Althaus se zasloužil také o založení školy, která připravovala chlapce pro kněžství a úkoly světské.¹⁸

Za administrátora Štefana Magni se želivský klášter osamostatnil a vyplatili Strahovu náklady při vykoupení od Marie Magdalény Trčkové a uznali strahovský klášter jako svůj otcovský klášter. Vzdali se nároku na klášter milevský. Dané rozhodnutí schválil císař Ferdinand III. dne 16. prosince 1643.¹⁹

V roce 1644 byl kraj napaden Švédy. Z důvodu že Švédové rabovali kláštery a kostely, nechal opat Štefan odvést všechny cenné věci a listiny na nedaleký hrad Lipnice. Švédové Lipnici dobyli v roce 1646 a všechnen majetek odvezli. Následně obsadili i želivský klášter a opat byl nucen uprchnout [10].

Premonstráti se do kláštera vrátili až roku 1653 za Norberta z Amelunxenu. Následky války zanechaly klášter značně zpustlý, ale Norbertovi se podařilo zbudovat část nového konventu i vyzdobit kostel malbami a oltáři. V klášteře vybudoval dormitář a dvě nová křídla. Také zvýšil počet řeholníků [10].

Prvním želivským opatem po obnovení v roce 1661 se stává Siard Falco. V listině z roku 1662 ho opatem potvrzuje český král Leopold I.²⁰ Opatu Siardovi rozšířit řády řeholníků a také se mu podařilo získat další statky. Řeholníci v dané době začali s dolováním stříbra a zlata. Klášter na základě této činnosti získal dva pozlacené oltáře a varhany v kostele. Klášter zakoupil kalichy a jiné bohoslužebné nádoby do kostelů. Dosáhl, že se nový opat volil ze želivských premonstrátů a ne ze strahovských. V roce 1667 zakládá filozofické a teologické učiliště.

Nástupce Milo Strobl dokončil zbývající tři křídla konventu. Za jeho opatování byla objevena v sakristii hrobka. V roce 1684 zřídil pro sebe a pro budoucí opaty společnou hrobku před hlavním oltářem, naposledy do ní byl pochován opat Arnošt Morávek.²¹

¹⁷ Petrů, Václav: Klášter Želiv, str. 63; presbyterium od roku 1462 upravené v gotickém stylu.

¹⁸ Křivský, Pavel František: Klášter premonstrátů v Želivi, str. 15.

¹⁹ Petrů, Václav: Klášter Želiv, str. 66

²⁰ Listina uložena ve Státním oblastním archívu v Třeboni, fond Premonstráti Želiv, inventární číslo 92, číslo kartotéky 2971.

²¹ Křivský, Pavel František: Klášter premonstrátů v Želivi, str. 17.

V roce 1703 byl zvolen opatem kláštera Jeroným Hlína. V daném období klášter povznesl ve vědeckém ohledu a obohatil klášterní knihovnu. Ve dne 16. červen 1712 vypukl požár, při němž vyhořel konvent a kostel, zřítla se chrámová klenba (původní gotická v presbytáři vydržela) a dva lidé přišli o život.²² Shořel interiér kostela. Poškozeny byly také oltáře, kazatelna, lavice a varhany postavené za Siarda Falca v kostele. Ze tří zvonů na jižní věži se zachoval pouze jeden.

Za pomoci dobrovolníků začala celková rekonstrukce na počátku 18. století.²³ V dubnu 1714 klášter navštívil známý architekt Jan Blažej Santini a zhotovil návrh své přestavby v duchu barokní gotiky. Opravy kostela byly ukončeny v roce 1720, dále však pokračovaly práce na klášterních budovách i vnitřním vybavení kostela.²⁴

V roce 1725 umírá opat Hlína, je zvolen na jeho místo opat Daniel Schindler. Z jeho dob zůstaly fresky Jana Kaliny a Siarda Noseckého v klášteře. Dále nechal udělat zlatou opatskou berlu, kterou zhotovil pražský zlatník Diesbach. Na berli je obraz proroka Daniela jak klečí ve lví jámě a modlí se k Bohu a dále je na ní heslo opata Daniela „Fac bonum omnibus quamdiu poteris“: „Čiň všem dobré, jak dlouho budeš moci.“²⁵

Dokončený a opravený chrám byl vysvěcen dne 7. října 1736 litoměřickým biskupem Mořicem, vévodou saským. Bylo při něm biřmováno 2500 věřících.²⁶

Roku 1781 byl pevně stanoven, počet řeholníků v jednotlivých kláštorech. V Želivě byl počet snížen na 12 bratrů. O rok později vyšel dekret na zrušení některých klášterů. V Čechách jich mělo být zrušeno 71 a mezi nimi měl být i želivský klášter. „Klášter se všemi statky byl odhadnut na 259.154 zlatých.“ Chtěli ho prodat. Prodeji zabránil opat Fliegl, který se vydal za papežem Piem VI. do Vídně, který mu přislíbil pomoc.²⁷

Třetí a poslední požár v klášteře vypukl 12. srpna. 1907 ve stodole, kde se mlátilo obilí. Zachvátil skoro celý klášter, kde shořela například i obrazová galerie želivských opatů. Poškozen byl Trčkův hrad a budova pro úředníky. Nevyhořel pouze konvent a kostel. Také se zachoval archiv kláštera. Zachráněné památky, které se po ničivém požáru podařilo

²² Charouz O. Praem., Jindřich Zdeněk: *Oživené dědictví – Premonstrátský Želiv včera a dnes*. str. 11.

²³ Provedl Antonín Scotti z Počátek v letech 1712- 1714.

²⁴ Charouz O. Praem., Jindřich Zdeněk: *Oživené dědictví – Premonstrátský Želiv včera a dnes*. str. 12.

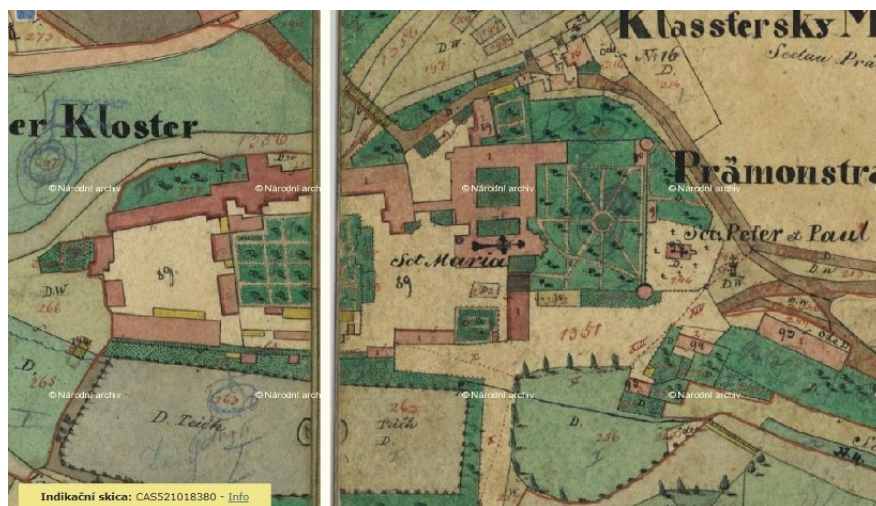
²⁵ Petrů, Václav: *Klášter Želiv*. str. 82.

²⁶ Petrů, Václav: *Klášter Želiv*. str. 82.

²⁷ Petrů, Václav: *Klášter Želiv*. str. 89.

zachránit, vytvořily základ nového muzea, které fungovalo, až do zabavení kláštera komunisty v padesátých letech 20. století.²⁸

O obnovu kláštera se zasloužil opat Sáles Josef Roubíček, zvolený dne 23. září 1903. Dokázal vybudovat nový klášter.²⁹ „Trčkův hrad byl zachován v původní podobě, prelatura měla zůstat v pseudobarokním stylu, její vnitřní výzdoba je však secesní.“³⁰ Za první světové války byla v klášteře zbudována dočasná vojenská nemocnice. Opat Roubíček umírá v roce 1921.



Obr. 4 Císařský povinný otisk, výřez, 1838 [21]

V letech 1939 – 1945 byly zabrány budovy kláštera německými okupanty. Sedm želivských premonstrátů bylo vězněno, z toho čtyři v koncentračním táboře.³¹

V roce 1947 rezignoval starý opat Vavroušek a na jeho místo byl zvolen Bohumil Vít Tajovský. V roce 1950 byl opat zatčen za velezradu a odsouzen na 20 let vězení. V daném roce byli ostatní řeholníci odvezeni příslušníky SNB do benediktýnského kláštera v Broumově. V želivském klášteře byl zřízen koncentrační tábor nucených prací pro nepohodlné řeholníky. Řeholníci byli do kláštera přivezeni ze všech řádů. Nejvíce ale z řádů salesiánů, jezuitů, františkánů, dominikánů a kapucínů. Od roku 1954 začala být v prostorech kláštera místo koncentračního tábora zřizována psychiatrická léčebna. „Cenná

²⁸ Petrů, Václav: *Klášter Želiv*. str. 96 in Arch. Pam. III., 130.

²⁹ Rekonstrukci provedl stavitel Antonín Kroupa z Pelhřimova a architekt B. Dvořák z Pardubic.

³⁰ Charouz O.Praem., Jindřich Zdeněk: *Oživené dědictví – Premonstrátský Želiv včera a dnes*. str. 14.

³¹ Charouz O.Praem., Jindřich Zdeněk: *Oživené dědictví – Premonstrátský Želiv včera a dnes*. str. 15.

klášterní knihovna (asi 20 000 svazků) byla při likvidaci bez účasti knihovníků odvezena na Obořiště, odtud do Kadaně a potom na Strahov.“³² „Dnes se její zbytky nalézají opět v Želivi, ovšem cenné barokní zařízení knihovny zmizelo úplně stejně jako mnoho dalších věcí.“³³

V květnu 1991 se řeholníci mohli vrátit do části konventu. Při obnově pomáhali místní lidé, aby se dostal do předešlé podoby. Postupně se začaly vracet některé věci a zařízení kláštera. Od 1. ledna 1993 jsou všechny objekty kláštera jen v jeho užívání. Opravy a restaurování kláštera stále pokračují.³⁴



Obr. 5 Veduta kláštera Želiv z roku 1816 [20]

³² Charouz O.Praem., Jindřich Zdeněk: *Oživené dědictví – Premonstrátský Želiv včera a dnes*. str. 17.

³³ Charouz O.Praem., Jindřich Zdeněk: *Oživené dědictví – Premonstrátský Želiv včera a dnes*. str. 17.

³⁴ Charouz O.Praem., Jindřich Zdeněk: *Oživené dědictví – Premonstrátský Želiv včera a dnes*. str. 19.

2.4 Metodika stavebně-technického průzkumu

Daná metodika je přizpůsobená k památkově chráněnému objektu a rozsahu daného objektu. U daného objektu je nemožné provádět větší zásahy do konstrukce a musí se dbát, aby nedošlo k poškození chráněných částí památky. Z daného důvodu jsme zvolily převážně nedestruktivní, semidestruktivní zkoušky. Destruktivní zkoušky jsme prováděli s ohledem na památkově chráněnou budovu s nejmenším zásahem do konstrukce. Z daného důvodu máme velmi malé hmotnosti vzorků pro analýzu malt a omítek. Dané zkoušky budou zaměřené na charakteristiku autentického materiálu. Z důvodu chybějící stávající dokumentace provedeme, také půdorysné zaměření stávajícího stavu objektu.

Plán stavebně-technického průzkumu:

1. Zaměření stávajícího stavu objektu
2. Průzkum stavebních vad a poruch a následné zjišťování jejich příčin
3. Analýza autentických stavebních materiálů
4. Analýza vzorků
5. Vyhodnocení analýz
6. Vyhodnocení stavebně technického průzkumu

2.4.1 Zaměření stavby

Pro zaměření stavby jsme zvolily metodu pomocí laserového dálkoměru a svinovacího metru. V první části se zhotoví náčrtek jednotlivých řezů místností a půdorysu celého objektu. Měření probíhá zaměřením obvodu místnosti a pro kontrolu se provede úhlopříčné zaměření místnosti. Dále se provede zaměření otvorů, výklenků a světlých výšek jednotlivých místností. Zaměření kleneb se provádí zaměřením paty klenby a výšky klenby. Tyto informace se uvádí většinou s označením PK – pata klenby a VK – vrchol klenby. Totožný postup je u lunet, záklenků. Posledním krokem je zaměření stavby z exteriéru objektu, kde se zaměří obvod budovy a jednotlivé dveře a okna vyskytující se na průčelí objektu. Měřítko dokumentace se zpracovává podle potřeby, zpravidla v měřítku 1 : 100, nebo 1 : 50.

2.4.2 Průzkum stavebních vad a poruch

U daného objektu provedeme vizuální prohlídku zaměřenou na analýzu vad v daném objektu. Nalezené vady a poruchy vyhodnotíme, určíme příčinu, popřípadě doporučíme další průzkumné práce a navrhneme nebo doporučíme sanační opatření.

Průzkum budeme převážně provádět pomocí smyslových metod (například poklep kladívkem k zjištění kvality materiálu, měření trhliny příložnou kartou, zjištění stop po biologických činitelích na stavebním materiálu). Dále posoudíme trhliny z hlediska tvaru, šířky, polohy, směru, a zda se jedná o trhlinu tahovou, tlakovou nebo smykovou. Nalezené trhliny se zaznačí do půdorysu daného objektu.

2.4.3 Analýzy autentických stavebních materiálů

Při průzkumu kostela Sv. Petra a Pavla se zaměříme na určení složení omítek a malt. K zjištění složení omítek a malt jsme zvolili metody stanovení nerozpustného zbytku, termickou analýzu, infračervenou spektrometrii a granulometickou analýzu. Dále určíme vlhkost a salinitu daného objektu.

Tab. 1 Plán provedených analýz historických omítek a malt

Anl. č. vzorku	Budova/odběr	Nerozpustný zbytek	Granulometrická analýza	DSC/TG	IR	Optická mikroskopie
16 216	Kostel Sv. Petra a Pavla/sakristie	-	-	+	-	-
16 217	Kostel Sv. Petra a Pavla/sakristie	+	+	+	+	+
16 218	Kostel Sv. Petra a Pavla/sakristie	-	-	+	-	-
16 219	Kostel Sv. Petra a Pavla/předsíň	+	+	+	-	+
16 220	Kostel Sv. Petra a Pavla/márnice	+	+	+	-	+
16 221	Kostel Sv. Petra a Pavla/presbytář	-	-	+	-	-
16203	Kostel Sv. Petra a Pavla/presbytář	+	+	+	+	+

2.4.4 Měření vlhkosti

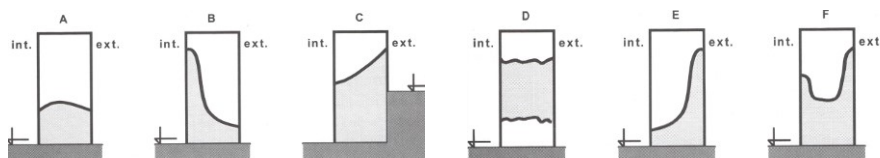
Z předběžného průzkumu jsme určili odběrná místa pro měření vlhkosti. Daná odběrná místa jsme volili s ohledem, aby nedošlo k poškození chráněných částí památky. Pro měření vlhkosti zdiva jsme zvolily metodu gravimetrickou.

Gravimetrická metoda

Princip metody spočívá v tom, že v měřeném místě se pomocí majzlíku nebo vrtačky odebere vzorek, který se následně v laboratoři zváží, vysuší při nastavené teplotě 105 ± 5 °C. Po ustálení hmotnosti se vzorek opět zváží. Výsledný rozdíl hmotnosti vlhkého a suchého vzorku představuje hmotnost vody, která byla obsažena ve vzorku. Jestliže mají být výsledky měření adekvátní, nesmí se materiál při odběru ohřívat (nesmí se používat vysokorychlostní vrtačky) [14].

Rozmístění sond pro odběr vzorků

Určení míst k odběru vzorků pro vlhkostní měření je třeba volit s ohledem na požadovanou přesnost výsledků a reprezentaci vzorků. Vlhkost zdiva měříme v různých výškových úrovních a částech objektu. Vždy je třeba odebrat referenční vzorek i nad hranicí zavlhčení. Pro vyloučení rizika povrchové kondenzace je třeba vzorek odebírat v hloubce cca 5–10 cm. Sondy v dané hloubce zdiva vyloučí možnost zkreslení vlhkostního stavu na povrchu konstrukce vlivem různých cementových nebo asfaltových izolací pod omítkou [1].



Obr. 6 A – vzlínající vlhkost, B – povrchová kondenzace vnitřní straně zdiva, C – vzlínající vlhkost a kondenzace, E- hydrokopická vlhkost, F- pronikání dešťové vody [1]

Analýza zjištěných skutečností

Na základě provedeného průzkumu a použitých podkladů můžeme přistoupit k analýze vlhkosti objektu. S pomocí výsledků všech uvedených částí průzkumu, včetně laboratorních rozborů, je třeba určit hlavní příčiny a druh vlhkosti v jednotlivých částech objektu obr. 6. Tato část průzkumu je nejobtížnější z důvodu stanovení příčiny

a míry vlhkosti, neboť vyžaduje zkušenosti zpracovatele průzkumu. Vlhkostní průzkum hraje rozhodující roli ve výběru vhodných sanačních metod [14]. Změřenou vlhkost zdiva vyhodnocujeme např. podle normy dle ČSN P 73 0610 [18]. Jednotlivé klasifikace zavlhčení udává Tab. 2.

Tab. 2 - Vlhkost zdiva dle ČSN P 73 0610 [18]

Stupeň vlhkosti	Vlhkost zdiva w [% hm.]
Velmi nízká	$w < 3$
Nízká	$3 \leq w < 5$
Zvýšená	$5 \leq w < 7,5$
Vysoká	$7,5 \leq w < 10$
Velmi vysoká	$w > 10$

Rozdělení vlhkosti dle návrhu normy je orientační a platí pro cihelné zdivo nebo vápennou maltu. V místnostech s normálním tepelně vlhkostním režimem má cihelné zdivo hmotnostní obsah vlhkosti kolem 2 %, což lze označit jako zdivo suché. Místnosti, kde zdivo má obsah vlhkosti 6 % a více, lze označit jako nevyhovující pro přebývání osob. Doporučené hodnoty z hlediska hygienického kritéria jsou kolem 4 % vlhkosti zdiva [1]. Vlhkost zdiva je vždy daná závislostí na vlhkosti prostředí a naopak. Podle relativní vlhkosti rozdělujeme (dle ČSN P 73 0610 [18]) místnosti do čtyř skupin (viz Tab. 3.)

Tab. 3 - Vlhkost vzduchu ve vnitřním prostředí budov dle ČSN P 73 0610 [18]

Vlhkostní klima vnitřního prostředí	Relativní vlhkost vzduchu (%)
suché	<50
normální	50 až 60
vlhké	60 až 75
mokrý	> 75

Měření vlhkosti dřeva

Měření vlhkosti dřeva budeme provádět s ohledem na památkově chráněnou budovu. Z daného hlediska provedeme měření pomocí nepřímé metody, příručního vlhkoměru.

Dané přístroje jsou kalibrovány na zjišťování vlhkosti s ohledem na určitý druh dřeva a na teplotu během měření. Příruční vlhkoměry rozdělujeme dle principu jejich pracovního postupu na odporové, kapacitní, absorpční a mikrovlnné. Nejpožívanější příruční

vlhkoměry v praxi jsou odporové, využívající elektrický jednosměrný odpor a rozdílnou vodivost dřevěného materiálu s různou vlhkostí (viz obr. 7) [7].



Obr. 7 Elektrický odporový vlhkoměr

Výsledky měření jsou (Milan Holický, 2013) závislé na mnoha faktorech, především na druhu dřeva, orientaci vláken, na rozložení přirozených vad či teplotě. Výsledky jednotlivých měření mohou být také ovlivněny přítomností různých konzervačních, nebo chemických látek. Ty mohou způsobovat u jednotlivých měření nepřesnost a vyžadují tak speciální kalibraci přístroje [7].

2.4.5 Stanovení salinity

Provedeme základní stanovení vodorozpustných solí v konstrukcích se zaměřením na síranové anionty, chloridy a dusičnany.

Určování salinity

Stanovení soli provedeme semikvantitativně pomocí indikačních papírků Quantofix.

Jednotlivé místa pro odběr vzorku se volí tak, aby vzorky byly dostatečně reprezentativní. Vzorek je nutné odebírat z různých výškových úrovní a hloubek, z exponovaných a méně exponovaných ploch. Rozsah určování salinity závisí na typu průzkumu a zadavateli. Pro účely základního průzkumu lze určit zasolení pomocí stěrů na povrchu zdiva. Poslouží k základní dokumentaci vyskytujících se druhů solí. Soli se většinou určují z materiálu odebraného v hloubce 0–2 cm (omítka), případně 0–0,5 cm (štuková vrstva) a 5–10 cm (zdivo). Orientačně lze rozsah zasolení určit z vizuálního průzkumu podle vlhkostních map nacházejících se na konstrukci v objektu [1] [14].

Vyhodnocení salinity

Určení obsahu solí v daném objektu je většinou problematický úkol, jelikož závisí na hloubce odběru vzorku, ale i na druhu solí, odolnosti materiálu a dané pórovitosti materiálu. Orientačně lze určit a posoudit stupně zasolení objektu dle normy ČSN P 73 0610 [17] (viz Tab. 4).

Tab. 4 - Salinita zdiva dle ČSN P 73 0610 [18]

Stupeň zasolení zdiva	Obsah solí v mg/g vzorku a v procentech hmotnosti					
	Chloridy		Dusičnany		Sířany	
	[mg/g]	[% hmotnost]	[mg/g]	[% hmotnost]	[mg/g]	[% hmotnost]
nízký	<0,75	<0,075	<1,0	<0,10	<5,0	<0,50
zvýšený	0,75 až 2,0	0,075 až 0,20	1,0 až 2,5	0,10 až 0,25	5,0 až 20	0,50 až 2,0
vysoký	2,0 až 5,0	0,20 až 0,50	2,5 až 5,0	0,25 až 0,50	20 až 50	2,0 až 5,0
velmi vysoký	>5,0	>0,50	>5,0	>0,50	> 50	> 5,0

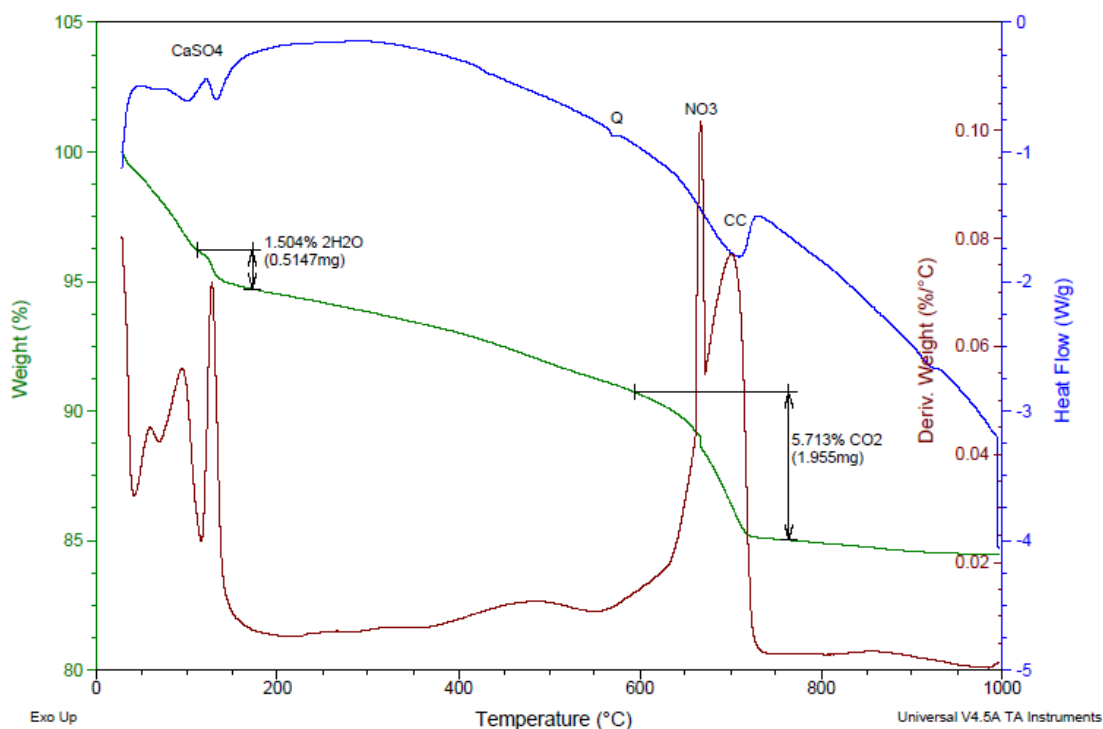
2.4.6 Termická a termogravimetrická analýza (DSC/TG)

Daná metoda se z hlediska analýzy historických materiálů využívá především k analýze silikátových materiálů – malt, omítek a štuků. Lze s nimi specializovat minerální pojiva (vápno, hydraulické vápno, cement), zjistit přítomnost sádry, jílových minerálů, hydraulických minerálů železa a lze také potvrdit přítomnost některých syntetických polymerů [8].

Vzorek se analyzuje ve formě prášku nebo úlomků s obsahem kameniva nebo bez něj. Množství daného vzorku je velmi malé, desítky až stovky miligramů. S ohledem na velikost vzorku je nutné dbát na reprezentativnost vzorku.

U historických omítek lze pozorovat na křivce tepelného toku různé fázové změny nebo tepelné rozklady (Obr. 8). Obvykle se využívá teplotní rozmezí mezi 20–1000 °C. Například rozklad uhličitanu vápenatého CaCO_3 vyvolaný vzrůstající teplotou se projeví na záznamu DSC (DTA) výrazným minimem, je v oblasti teplot 700–900 °C. Rozklad čistého vápence je okolo 840 °C, nižší teplota rozkladu u omítek je charakteristická pro ztrátu CO_2 z CaCO_3 způsobenou dekarbonací. Přítomnost aluminosilikátů (CSH sloučeniny), se projevuje na křivce endotermicky v rozmezí teplot mezi 200 až 650 °C. U jílových minerálů (kaolinitu, ilitu, smektitu) dochází k rozkladu v rozmezí 500–620 °C. Možná přítomnost portlanditu Ca(OH)_2 jako nezkarbonátovaného hašeného vápna se může

projevit, je-li pH omítky zásadité v rozmezí 11–12. Jeho dehydratace probíhá v rozmezí 400–520 °C [10].



Obr. 8 Ukázka vyhodnocení DSC/TG analýzy

2.4.7 Infračervená spektrometrie

Daná metoda bude provedena na přístroji FTIR spektrometru firmy Thermo Scientific – Nicolet 6700 v měřicím rozsahu 400–4000 cm^{-1} . Před samotným měřením bude vzorek lisován do tablet spolu s bromidem draselným (KBr) v poměru 2 mg vzorku na 100 mg KBr. Cílem analýzy bude identifikovat složky obsažené v použitém pojivu.

2.4.8 Granulometrická analýza kameniva omítek a malt

Zrnitost budeme zjišťovat hmotnostním zastoupením zrn kameniva podle jejich velikosti. Síťový rozbor se provede normovanou sadou sít. Při rozboru použijeme síta 8; 4; 2; 1; 0,5; 0,25; 0,125. Jednotlivé frakce zachycené na sítích se váží a vypočítá se jejich procentuální podíl z celkové navážky.

2.4.9 Analýza nerozpustných zbytků

Daná analýza nám orientačně určí podíl jednotlivých složek mísení (vápno/písek). Princip metody spočívá v oddělení pojiva od kameniva pomocí kyseliny chlorovodíkové (HCl). Vzorek omítky nebo malty zalijeme 10% HCl, v daném vzorku proběhne kyselá reakce. Daný vzorek promyjeme a vysušíme při teplotě 105 °C. Po vysušení vzorek zvážíme. Podíl hmotností naváženého vzorku k nerozpustnému zbytku, nám dá výslednou představu o mísení složek vápno/písek.

2.4.10 Petrografický rozbor drobného kameniva u omítek a malt

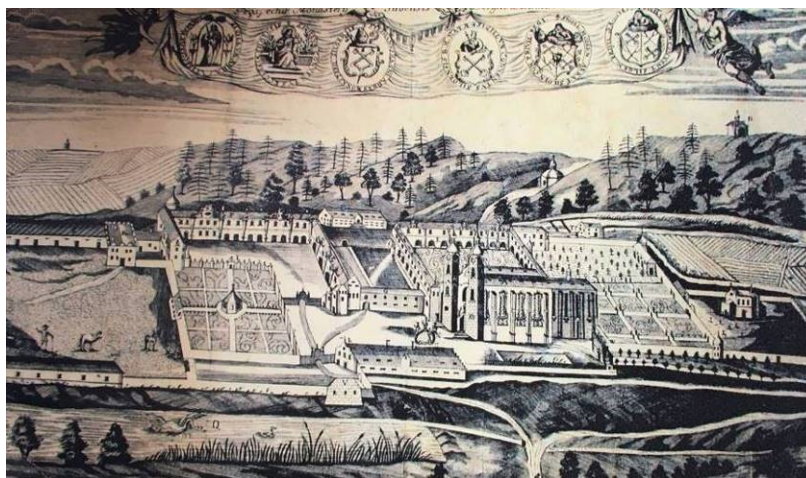
Mineralogické složení omítek provedeme pomocí petrografického rozboru. Petrografický rozbor se provede na nerozpustném zbytku. Rozbor nerozpustného zbytku se provede na jednotlivých získaných frakcích zrn omítek zastoupených na jednotlivých sítích pomocí osvětleného mikroskopu. Daná metoda nám objasní procentuální zastoupení mineralogických složek v omítkce.

3 Experimentální část

Cílem experimentální části je stavebně-technický průzkum a analýza autentického materiálu hřbitovního kostela Sv. Petra a Pavla v obci Želiv. Kostel je zapsán do památkového katalogu České republiky jako kulturní památka pod číslem 20751/3-3362. Vlastník kostela je Římskokatolická farnost Želiv. V rámci stavebně technického průzkumu bylo provedeno zaměření objektu, zjištění vlhkosti a zasolení omítek, složení malt a omítek. Práce obsahuje výkresovou dokumentaci: půdorys 1. NP stávajícího stavu, 1. NP stavební vývoj, 1. NP s vyznačenými vadami a poruchami, 1. NP s vyznačenými místy (sondami) odběrů vzorků, 1. NP míra zavlhčení. Příloha obsahuje fotodokumentaci objektu a protokoly z měření.

3.1 Stavební vývoj kostela Sv. Petra a Pavla

Hřbitovní kostel sv. Petra a Pavla je patrně místem nejstaršího osídlení želivského ostrohu. Kostel byl postaven benediktínskými mnichy v roce 1139 v románském stylu, v roce 1424 byl poškozen husity, brzy na to byl opraven. Nynější podobu pravděpodobně získal při rekonstrukci v roce 1719, kdy byl opraven, zevně obnoven a dále byla přistavěna sakristie a nartex (předsín) [11]. Oprava kostela se provedla v románském stylu. Po opravě byl dne 29. května roku 1719 posvěcen. Poslední stavební úpravy byly provedeny v třicátých letech dvacátého století podle projektu pardubického architekta B. Dvořáka, který podstatně zjednodušil interiér stavby [6].



Obr. 9 Veduta z roku 1736, vpravo můžeme vidět kostel sv. Petra a Pavla

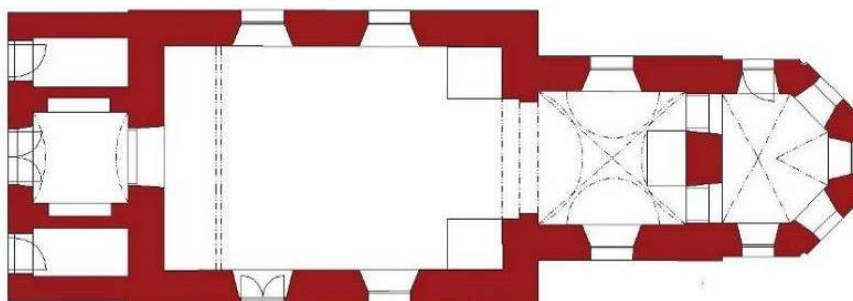
Zda se na opravě před rokem 1719 podílel návrhem J. B. Santini, není jisté. Napovídá tomu forma rozťatého štítu na západním průčelí kostela (Obr. 10). Obdobnou formu rozťatého štítu navrhl Jan Blažej Santini u hlavní fasády zámecké jízdárny v Rychnově nad Kněžnou a volnější obdobu štítu u vlastního domu v Nerudově ulici v Praze [5]. Určení autora daného štítu je problematický úkol. Pohledy dobových vyobrazení na vedutách z roku 1736 (obr. 9) a 1816 (obr. 5) vyobrazují štít s oknem na průčelí štítu, nikoliv celistvý štít s charakteristickými prvky Jana Blažeje Santiniho. Pro objasnění, zda se jedná o daného autora, bych doporučila provést analýzu složení omítky z daného štítu.



Obr. 10 Západní pohled na rozťatý štít kostela sv. Petra a Pavla

3.2 Popis a průzkum Kostela sv. Petra a Pavla

Kostel sv. Petra a Pavla se nachází v obci Želiv okres Pelhřimov, v kraji Vysočina. Hřbitovní Kostel Sv. Petra a Pavla v Želivi je jednolodní, orientovaná stavba s ustupujícím presbyteriem. Na presbyterium navazuje polygonální apsida. K západní štítové stěně je přistavěna předsíň (nartex), viz Obr. 11.

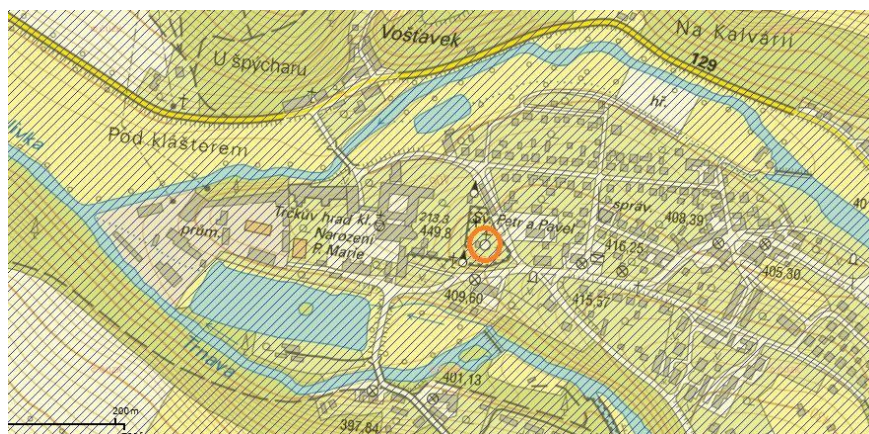


Obr. 11 Půdorysné schéma kostela sv. Petra a Pavla

Objekt je zastřešen sedlovou střechou a na východní straně je ukončen valbovou střechou. Nad presbyteriem je umístěn sanktusník. Objekt je v současnosti využíván jako sakrální objekt pro příležitostné bohoslužby.

3.2.1 Terénní podmínky a charakteristika okolí

Hřbitovní kostel leží v klášterním areálu na pomezí Čech a Moravy, na soutoku Želivky a Trnávky (Obr. 12). Je situován uprostřed hřbitovu v mírném kopcovitém terénu sousedícím s vedlejší silnicí. Kostel se nachází na parcele 244 a má číslo popisné 92, výměra kostela je 147 m². GPS souřadnice daného kostela jsou 49°31'45.43"N, 15°13'00.76"E, nadmořská výška obce Želiv je 406 m. Z hydrologického hlediska se v daném území v obci Želiv vyskytují dvě řeky Trnava vzdálená cca 100 metrů a Želivka vzdálená cca 250 metrů od daného objektu. Řeka Želivka je bohatá na množství petrografických typů hornin. V obci se také nacházejí dva rybníky. Z geologické mapy obce Želiv jsme zjistili, že se v celé obci vyskytují horniny pararula až migmatit. Jsou zde zastoupeny ruly: biotit a sillimanit-biotitické ruly oblasti prekambrium [22]. Z orientační mapy radonového indexu vyplívá, že v dané lokalitě je střední index radonu.



Obr. 12 Mapa obce Želiv s vyznačeným řešeným objektem [22]

3.2.2 Provozní podmínky v objektu

Objekt není vytápěn, větrání je zajištěno dveřmi a okny, dodatečně byly zřízeny větrací otvory v barokním zdivu. V době průzkumu jsme naměřili v interiéru budovy teplotu 8 °C, vlhkost prostředí byla v rozmezí 60–65%.

3.2.3 Stavebně technický popis

Domnívám se, že základy jsou provedeny z lomového kamene. V kostele nebyl doposud realizován žádný archeologický průzkum. Archeologické nálezy typu podzemních prostor (hrobky, chodby) jsou možné, neboť kostel patrně navazoval na hradby středověkého kláštera. Spodní část objektu je částečně vzduchově odizolovaná na principu otevřeného systému (Obr. 13).



Obr. 13 Pohled na základy sakristie a na vzduchově otevřený systém u hlavní lodě

Svislé nosné konstrukce jsou tvořeny stěnovým systémem. Nosné obvodové stěny hlavní lodě a presbytáře ve spodní části objektu mají charakter románského zdiva. Daná část zdiva je ukončená kordonovou římsou (odděluje jednotlivé podlaží). V dané části stěnového systému jsou patrné ve dvou úrovních otvory čtvercového charakteru. V objektu se vyskytuje smíšené zdivo o mocnosti 1000 mm. Dané zdivo je převážně tvořeno z lomového kamene, plné pálené cihly a kvádríkového zdiva z místní žuly. Pozdější přístavby jsou tvořeny smíšeným zdivem o mocnosti 700–950 mm. V celém interiéru jsou patrné vlhkostní mapy v spodní části zdiva. Nejvíce postižené části zdiva se nachází v západní a východní části budovy, kde dochází z větší části k degradaci omítek do výšky jednoho metru.

V daném objektu jsou stropní konstrukce tvořeny převážně klenbovým stropem a z části trámovým stropem. V části předsíně je stropní konstrukce tvořena valenou klenbou, v hlavní lodi se nachází dřevěný kazetový strop. Hlavní loď je ukončená triumfálním obloukem, který navazuje na presbytář. Triumfální oblouk je vyzděn do půlkruhového klenutí s nepřiznaným ostěním. Výška triumfálního oblouku je 7060 mm o mocnosti 1000 mm. V presbytáři je stropní konstrukce tvořena klenutou křížovou klenbou s lunetami

(Obr. 14). Sakristie je stropní konstrukce tvořena pomocí konchy s lunetami (Obr. 15). V celém objektu jsou cihelné překlady tvořené záklenkem.



Obr. 14 Detail křížové klenby s lunetami v presbytáři Obr. 15 Detail klenby s lunetami v sakristii

V zadní části hlavní lodi je umístěna kruchta s varhanami. Kruchta je pravděpodobně tvořena pomocí trámového stropu. Podkruchtí je plochostropé. Kruchta je ukončená členěnou profilovou římsou a plným zábradlím.



Obr. 16 Hlavní loď pohled na kruchtu s varhanami a na kazetový strop

Průčelí v přízemní části hlavní lodi a presbytáře je tvořeno kvádřikovým zdivem, které nese znaky románského zdiva. Navazující podlaží je odděleno kordonovou římsou a je tvořeno barokní omítkou ukončenou hlavní římsou. Okenní otvory nacházející se na průčelí objektu jsou orámovány ozdobnou šambránou. Ostění hlavního vchodu a vchodu do sakristie je kamenné, pravděpodobně z místních hornin. Průčelí sakristie a předsíně je tvořeno barokní omítkou ukončenou hlavní římsou. Omítky v interiéru jsou tvořeny vícevrstvou štukovou omítkou. V celém objektu je použita kamenná dlažba (Obr. 17).



Obr. 17 Kamenná dlažba v hlavní lodi

Okna v celém objektu jsou dřevěná, jednoduchá, otevíratelná, obdélníkového tvaru ukončená s půlkruhovým uzavřením. Zasklení je tvořeno čtvercovými tabulkami osazenými do dřevěného rámu. Hlavní vchodové dveře a dveře v sakristii jsou dřevěné s kovanou výzdobou a obložení zárubně je z opracovaného kamene (obr. 18). Vchod do narthexu, kruchty a technické místnosti je tvořen dřevěnou truhlářskou obložkovou zárubní a dřevěnými dveřmi. Kování a závěsy u všech dveří jsou ručně kované, z blíže nespecifikovaného kovového materiálu.



Obr. 18 Detail okna a vstupních dveří

Zastřešení je tvořeno sedlovou střechou, na východní straně ukončenou valbou (Obr. 19). Střešní plášť je pokryt bobrovou taškou, části nároží a hřebenu jsou pokryty hřebenovou drážkovou taškou do pokrývačské malty. Západní štít má plastickou výzdobu a je zakrytý prejzovou krytinou. Nad presbytářem se nachází sanktusník pokrytý měděným plechem. Klempířské prvky jsou tvořeny z měděného plechu, v dolních částech svodu jsou vyměněné za poplastované prvky. Svody jsou zaústěny do terénu. V části sakristie a předsíně (nartexu) chybí podokapní žlab. V části hlavní lodi a presbytáře je bleskosvod.



Obr. 19 Jižní pohled na objekt

3.2.4 Instalace v objektu

V daném objektu se nachází elektroinstalace.

3.3 Zaznamenané vady a poruchy v rámci předběžného stavebně-technického průzkumu

Nalezené poruchy a vady jsou vyznačené ve výkresu č. 3. Z důvodu nedostupnosti nebyl proveden průzkum místnosti 106, kruchty a krovu.

3.3.1 Poruchy střešního pláště

Nejzávažnější poruchou jsou netěsnosti střešního pláště. Porucha je značena jako V3 v půdorysu 1. NP ve výkresu č. 3. Jednotlivá místa netěsnosti na střešním plášti zaznamenaná při prohlídce:

- lokální netěsnosti v západní části střešního pláště nad presbytářem,
- lokální netěsnosti v severní části střešního pláště nad hlavní lodí,
- lokální netěsnosti v severní části střešního pláště nad sakristií.

Z vizuální prohlídky byly jasně vidět lokálně chybějící nebo posunuté střešní tašky na střešním plášti kostela viz (obr. 20). Dané projevy jsou viditelné i v interiéru, konkrétně u klenby v sakristii, kde jsou znatelně vidět lokální vlhkostní mapy, degradace omítek a trhliny v cihelném překladu.



Obr. 20 Detail chybějících střešních tašek na střešním plášti kostela Sv. Petra a Pavla

Pravděpodobné příčiny vzniku:

- povětrnostní vlivy,
- stáří střešní krytiny (degradace materiálu),
- zanedbaná údržba.

3.3.2 Zvýšená vlhkost materiálů

Dalším závažným problémem je vlhkost materiálů v objektu. Porucha je značena jako V2 v půdorysu 1. NP ve výkresu č. 3. Vlhkost v budově je znatelná vizuálně, projevuje se vlhkostními mapami patrnými na interiérových omítkách. V místnostech 102, 103 a 104 dochází k degradaci omítek a jsou zde také patrné výkvěty solí (Obr. 21, 22).



Obr. 21 Detail vlhkostních map v kostele Sv. Petra a Pavla

Pravděpodobné příčiny vzniku:

- Nedostatečné větrání v daných místnostech, kondenzace vodních par,
- Zanedbaná údržba,
- Nevhodně zvolený materiál nebo technologický postup při sanaci,
- Vysoká hladina podzemní vody,
- Chybějící odizolování spodní stavby nebo ztráta funkčnosti daného systému.



Obr. 22 Detail biologické degradace stěny v části se stykem s podlahou v sakristii

3.3.3 Vlhkostní projevy v exteriéru

U západního štítu dochází k nedostatečnému nebo nesprávnému odvodnění dešťové vody, které zapříčiňuje stékání vody po římse, kde následně dochází k degradaci omítky a růstu náletových rostlin (Obr. 23). Porucha je značena jako V2 v půdorysu 1. NP ve výkresu č. 3.



Obr. 23 Detail degradace omítky a náletových rostlin nacházející se na západní straně štítu objektu

Pravděpodobné příčiny vzniku:

- Zanedbaná údržba

3.3.4 Degradace kamene

Daná porucha se nachází na kvádřikovém zdivu na jižní straně objektu (Obr 24). Porucha je značena jako V7 v půdorysu 1. NP ve výkresu č. 1. Pravděpodobně je způsobená kombinací teplotních změn, povětrnostních vlivů, vlhkosti a salinity.



Obr. 24 Degradace kvádřikového zdiva na jihovýchodní straně

3.3.5 Trhliny v nosných konstrukcích

Další významnou poruchou v objektu jsou trhliny, které se nachází jak v exteriéru, tak i v interiéru objektu. Jednotlivé trhliny jsou zaměřené a jejich průběh je zaznačen do výkresu č. 4. Pro zaměření šířky trhliny byla použita příložná srovnávací karta.

Trhliny v triumfálním oblouku

Byly zaznamenány tahové trhliny v konstrukci triumfálního oblouku v části hlavní lodi. Porucha je značena jako V5 v půdorysu 1. NP ve výkresu č. 3.



Obr. 25 Detail triumfálního oblouku se zvýrazněnými tahovými trhlinami

Pravděpodobné příčiny vzniku:

- Posun podpor – patek (důvod: změna základových poměrů pod nosnými zdmi, neuváženým odstraněním či oslabením některé z okolních konstrukcí),
- Nerovnoměrné zatížení,
- Degradace materiálu,
- Zatékání dešťové vody – způsobuje to vymílání malty, vzniku mezer mezi cihlami a „rozvolnění“ celé klenby.

Smršťovací trhliny

Další vadou jsou smršťovací trhliny v křížové klenbě v místnosti 103, přesně nad oltářní částí klenby (obr. 26). Porucha je značena jako V6 v půdorysu 1. NP ve výkresu číslo 3. Smršťovací trhliny nejčastěji vznikají, v případě použití nesprávné technologie omítání. Smršťovací trhliny tvoří síť po celém klenutí klenby nad oltářní částí. Dané trhliny mohou zasahovat, až k podkladu.



Obr. 26 Detail zvýrazněných smršťovacích trhlín nad presbytářem

Pravděpodobné příčiny vzniku:

- Omítkový systém není vhodný vzhledem k podkladu (příliš velké rozdíly pevností, nerovnoměrný podklad nebo příliš velká tloušťka omítky),
- Omítka není dostatečně spojena s podkladem (např. vrstvička prachu nebo špíny na zdivu před omítáním).

Trhlina v překladu

Daná trhlina se nachází nad vstupním prostorem do předsíně (Obr. 27). Trhlina je situována uprostřed dveřního otvoru, začíná od obložkové zárubně až po římsu. Porucha je značena jako V1 v půdorysu 1. NP ve výkresu č. 1.



Obr. 27 Detail tahové trhliny nad západním vchodem do kostela

Pravděpodobné příčiny vzniku:

- nerovnoměrné zatížení na překlad (přetížení krokví), nebo žádný překlad,
- degradace materiálu,
- zatékání dešťové vody s teplotními změnami.

3.3.6 Uvolněný schodišťový stupeň na západní straně objektu

U dané vady došlo k uvolnění druhého stupně u vchodu na kůr na západní straně objektu (Obr. 28). Vada je značena jako V4 v půdorysu 1. NP ve výkresu č. 1. Z vizuální prohlídky je zřejmé, že daný stupeň byl nevhodnou technologií usazen do dané konstrukce.

Pravděpodobné příčiny vzniku:

- nevhodně zvolená technologie provedení,
- žádný základ nebo není založení v nezámrazné hloubce,
- nevhodně zvolený podkladový materiál.



Obr. 28 Detail uvolněného stupně u vchodu na kůr

3.4 Podrobný stavebně-technický průzkum a metodika laboratorních prací

V rámci podrobného stavebně-technického průzkumu byl proveden odběr vzorku z objektu pro jednotlivé zkoušky vlhkosti, salinity a analýzu omítek a malt. Odběrná místa (sondy) jsou zaznamenány ve výkresu č. 4. Jednotlivé zkoušky se prováděly v laboratořích fakulty stavební VŠB-TU Ostrava a Ústavu Geoniky AV ČR v Ostravě

3.4.1 Stanovení vlhkosti stavebních materiálů

Cílem měření bylo zjistit vlhkost zdiva v celém objektu. Jednotlivá místa odběru byla zdokumentována do půdorysu, byla zaznamenána poloha daného místa, výška odběru a podmínky odběru. Jednotlivé odběry probíhaly za chladnějšího počasí (kolem 8 °C) v měsíci říjnu. Dokumentace odběrových míst včetně výšek odběrů je znázorněna ve výkresu č. 4. Celkem bylo odebráno 10 vzorků, každý z jiné části objektu pro celkovou představu o vlhkosti. Vzorky byly odebrány odseknutím za pomoci majzlíku a kladiva (viz obr. 29). V rozmezí hloubky stěny 10 až 50 mm a hmotnost vzorků se pohybovala v rozmezí 40 až 130 g. V místnosti 106 nebyl odebrán vzorek z důvodu nedostupnosti.



Obr. 29 Odběrné místo vzorku S3

Pro měření vlhkosti zdiva byla primárně použita gravimetrická metoda (neboli „vážková“), která je založena na odběru vzorků, které jsou ve vlhkém stavu zváženy, poté vysušeny a znovu zváženy. Gravimetrickou metodou se zjišťuje podíl vody ve vzorku k hmotnosti sušiny dle normy ČSN P 730610.

Odebrané vzorky byly následně očíslovány a umístěny do uzavíratelné nádoby, v našem případě zavařovací sklenice a dopraveny do laboratoře, kde byly zváženy. Veškeré vážení a sušení probíhalo v laboratoři. Odebrané vzorky se vkládaly do sušárny při teplotě 105 °C v přepravních nádobách, aby nedocházelo k ovlivnění vlhkosti (Obr. 30). Celý proces sušení trval přibližně 24 hodin a poté se vzorky po vysušení opětovně zvážily (Obr. 31). Z rozdílů hmotností před (m_d) a po sušení (m_s) byla vypočítána procentuální vlhkost dle vzorce:

$$w = \frac{m_d - m_s}{m_s} \cdot 100 \text{ [%]} \quad (1)$$

kde je:

m_d - hmotnost vlhkého vzorku [g],

m_s - vlhkost vysušeného vzorku [g],

w - vlhkost [%].



Obr. 30 Vzorky umístěné v sušárně



Obr. 31 Vysušené odebrané vzorky

Vlhkost dřeva v objektu byla měřena pomocí odporového vlhkoměru GMH3830. Jednotlivá měřená místa byla zaznačena ve výkresu č. 4. Daná měření byla prováděna třikrát, výsledná hodnota byla zprůměrována, jednotlivé výsledky jsou vyhodnocené v kapitole 3.5.

3.4.2 Obsah vodorozpustných solí

Zkouška na obsah solí byla provedena u šesti vzorků omítek odebraných z daných sond. Jednotlivá místa jsou zaznamenána ve výkresu č. 4.

Pro stanovení obsahu solí bylo použito 10 g omítky, která byla rozmělněna v třecí misce. Vzorek byl umístěn v kádince a přililo se 100 ml destilované vody, daný vzorek se nechal 24 hodin vyluhovat. Následující den bylo toto množství vzorku umístěno do filtrační nálevky (Obr. 32). Vzorky se postupně zfiltrovaly a po zfiltrování se provedly zkoušky obsahu solí.



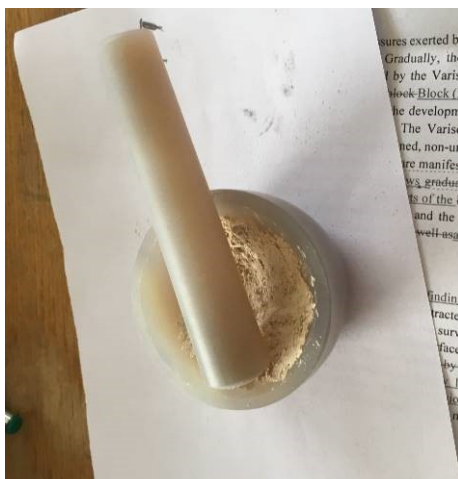
Obr. 32 Detail filtrování jednotlivých vzorků a určení obsahu solí pomocí proužků Quantofix

U vzorků byla aplikována metoda pomocí testovacích proužků Quantofix (viz obr. 32), kde se zkoumal obsah dusičnanů, síranové anionty a chloridy. Princip metody spočívá v namočení proužku do výluhu a následně dle barevné stupnice odečtení hodnoty obsahu vodorozpustných solí v jednotlivých vzorcích.

Na vzorcích byla dále zkoušena přítomnost amonných iontů (NH_4). Pro stanovení jednotlivých iontů byly použity vždy 2 ml filtrátu ve zkumavce a 1 ml příslušného činidla. Pro prokázání amonných iontů bylo použito Nesslerovo činidlo, které podle obsahu amonných iontů zapříčiní zabarvení roztoku do oranžova, v případě větší koncentrace se zbarví do tmavě oranžové až do žlutohnědé sraženiny. Jednotlivé výsledky jsou vyhodnocené v kapitole 3.5.

3.4.1 Analýza pojiv historických omítek a malt

Termická analýza (DSC/TG) byla provedena na sedmi vzorcích historických omítek a malt. Vzorky byly odebrány z interiéru objektu a jednotlivé odběry byly zaznačeny ve výkresu 4. Analýza se prováděla na přístroji firmy TA Instruments – SDT Q600 (V20.9 BUILD 20). Vzorky byly zahřívány v rozsahu 20–1000 °C, rychlost zahřívání: 10 °C·min⁻¹, atmosféru tvořil vzduch a byly použité korundové kelímky. TG křivky jsou zobrazeny zeleně, DSC (tepelný tok) modře a DTG křivky (derivace hmotnosti k teplotě) červeně. Příprava vzorků spočívala v šetrném rozmělnění omítky a malt a odseparování frakce pod 0,1 µm a následném rozmělnění v achátové třecí misce na prášek pod 4 µm. Množství daného vzorku se pohybovalo v rozmezí 21 až 37 mg. Jednotlivé výsledky jsou vyhodnocené v kapitole 3.5.



Obr. 33 Rozmělnění vzorku v achátové třecí misce na prášek pod 4 µm

Infračervená spektrometrie (FTIR) byla provedena u vzorku 16203 a 16217. Analýza u vzorku 16217 byla provedena na separovaných vybraných částech (svrchní povrch, bílá vrstva, tělo omítky, spodní bílá vrstva). U vzorku č. 16203 byla provedena u pojiva a u nerozpustného zbytku. Analýza byla provedena na přístroji FTIR spektrometru firmy Thermo Scientific – Nicolet 6700 v měřicím rozsahu 400–4000 cm⁻¹. Příprava vzorků spočívala v šetrném rozmělnění omítky a malt a odseparování frakce pod 0,1 µm a následném rozmělnění v achátové třecí misce na prášek pod 4 µm. Před samotným měřením bude vzorek lisován do tablet spolu s bromidem draselným (KBr) v poměru 2 mg vzorku na 100 mg KBr. Cílem analýzy bude identifikovat složky obsažené v pojivu. Jednotlivé výsledky jsou vyhodnocené v kapitole 3.5.

3.4.2 Analýza nerozpustných zbytků

Analýza byla provedena u čtyř vzorků omítek a malt. Spočívá v oddělení pojiva od kameniva pomocí 10% kyseliny chlorovodíkové. Šetrným způsobem bylo odděleno kamenivo od pojiva v třecí misce. Oddělení jemných složek bylo provedeno síťováním na síti o velikosti 0,125 mm. U procesu separace zaznamenáváme cizorodé částice v omítce (cihelná drť, dřevo, rostlinná vlákna). Dalším krokem je oddělení plniva od frakce pojiva. Rozpuštění kalcitu ve vzorku provedeme ve studené 10% kyselině chlorovodíkové (Obr. 33). Z odebraných navážek zaznamenáme hmotnost. Dalším krokem bude zalití daného vzorek 10% kyselinou chlorovodíkovou, v daném vzorku proběhne kyselá reakce. Daný vzorek promyjeme ve vodě a vysušíme při teplotě 105 °C. Po vysušení vzorek zvážíme. Podíl hmotnosti naváženého vzorku k nerozpustnému zbytku nám dá výslednou představu o mísení složek vápno/písek. Jednotlivé výsledky jsou vyhodnocené v kapitole 3.5.



Obr. 34 Vlevo detail reakce omítky s 10% HCl, vpravo promývání vzorku destilovanou vodou u anal. č. 16 217

3.4.3 Granulometrická analýza kameniva omítek a malt

U granulometrické analýzy se musí zohlednit velmi nízká hmotnost vzorku. Analýza je provedena na nerozpustném zbytku drobného kameniva. Kamenivo bylo získané pomocí 10% HCl (za studena). Vzorky byly po vysušení prosívány soustavou sít o průměru ok: 8, 4, 2, 1, 0,500, 0,250, 0,125 mm. Rozbor byl proveden u čtyř omítek. Jednotlivé výsledky jsou vyhodnocené v kapitole 3.5.

3.4.4 Petrografický rozbor drobného kameniva omítek a malt

K určení mineralogického složení nerozpustného zbytku omítky jsme použili světelný mikroskop Nikon SMZ -2T, který umožňuje zobrazení zrn na podsvíceném světle. U daného petrografického rozboru, bylo procentuálně určováno zastoupení jednotlivých minerálů nebo horninových zrn (Obr. 38). Při petrografickém rozboru bylo stanoveno množství zrn křemene, živce, úlomků hornin, srůstů minerálů (jako křemen – slída, křemen – slída –živec), slídy. Byly nalezeny i úlomky cihel, rostlinná vlákna, uhlíky, vlákna. Daná metoda nám objasní mineralogické složení zrn drobného kameniva a umožní zjištění původu kameniva. Jednotlivé výsledky jsou vyhodnocené v kapitole 3.5.



Obr. 35 Rozbor nerozpustného zbytku u omítky anal. č. 16 219 pomoci světleného mikroskopu Nikon SMZ -2T

3.5 Výsledky experimentální části

3.5.1 Vlhkost zdiva

Vlhkostní stav zdiva v objektu byl zjištěný pomocí gravimetrické metody. Výsledné hodnoty vlhkosti stanovené gravimetricky jsou uvedeny v tabulce 5 a jsou vyhodnoceny podle normy ČSN P 73 0610. Vlhkost je v rozsahu velmi nízká až zvýšená. V místnosti 104 a 102 byla naměřena nejvyšší vlhkost objektu. Vlhkost v místnosti 104 je pravděpodobně zapříčiněna vztlínající vlhkostí, nedostatečnou údržbou a chybějícím okapovým systémem. Vlhkost v místnosti 102 je pravděpodobně způsobená vztlínající vlhkostí. Jednotlivé výsledky vlhkosti zdiva jsou graficky znázorněny ve výkresu č. 5.

Tab. 5 Výsledky vlhkostního stavu daného objektu

Vzorek	Místnost odběru	Výška odběru [m]	vlhkost [%]	Stupeň vlhkosti dle normy ČSN P 73 0610
S1	104	0,65	3,18	nízká
S2	104	0,65	3,34	nízká
S3	103	0,3	3,19	nízká
S4	102	0,65	3,85	nízká
S5	104	0,2	7,15	zvýšená
S6	103	0,8	0,94	velmi nízká
S7	105	0,65	2,52	velmi nízká
S8	101	0,35	2,91	velmi nízká
S9	103	0,8	1,11	velmi nízká
S10	101	0,8	1,90	velmi nízká

3.5.2 Vlhkost dřeva

V interiéru objektu bylo provedeno měření vlhkosti dřeva na sedmi určených místech. Výsledná vlhkost dřeva se pohybovala v rozsahu 13,9 – 31,7%. Dané rozdílné hodnoty, naměřené pomocí odporového vlhkoměru mohli nastat z důvodu rozdílné povrchové úpravy (způsob ošetření dřeva, vícevrstvé nátěry), výskytu kovu, druhu dřeva.

Tab. 6 Výsledky vlhkosti dřeva v daném objektu

Ozn. místa	Měřené místo	Vlhkost [%]
W1	oltář, hlavní loď	21,6
W2	lavice, hlavní loď	16,7
W3	dveře, sakristie	18
W4	zárubně, sakristie	24,5
W5	sedátko, předsíň	31,7
W6	vchodové dveře, hlavní loď	13,9
W7	lavice, hlavní loď	19,1

3.5.3 Analýza vzorků omítek a malt

Na separačních vzorcích byla provedena DSC/TG analýza a zasolení semikvantitativní metodou. Pro podrobnou analýzu byly vybrány čtyři kusové vzorky 16203, 16217, 16119 a 16220. Na vzorcích bylo provedeno: stanovení nerozpustného zbytku, DSC/TG analýza, infračervená spektrometrie (FTIR), granulometická analýza nerozpustného zbytku a petrografický rozbor.

3.5.4 DSC/TG analýza pojiv vzorků omítek a malt

Analýza byla provedena dle postupu uvedeného v kapitole 3.4.1. Analyzováno bylo sedm vzorků omítek a malt. Vzorky byly odebrány z interiéru objektu a jednotlivé odběry byly zaznačeny ve výkresu č. 4.

Z výsledků termické analýzy vyplývá, že v rozmezí teplot 25–75 °C dochází k odpařování vody z daných vzorků. U vzorku 16217, 16218 a 16219 dochází při teplotě 100–150 °C k dehydrataci sádrovce ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) a uvolnění vody. Výsledné hodnoty obsahu CaSO_4 a úbytek $2\text{H}_2\text{O}$ je v Tab. 7. V rozmezí teploty 572–673 °C je na křivce DSC vidět slabá

endotermická reakce, která znázorňuje přeměnu $\alpha - \beta$ křemen. U vzorku č. 16219 se vyskytuje dusičnan (NO_3^-).



Tab. 7 Vypočítaný obsah CaSO_4 a úbytek $2\text{H}_2\text{O}$, celý vzorek

Anal. Č. vzorku	Množství navážky [mg]	Ztráta $2\text{H}_2\text{O}$ [mg]	Ztráta $2\text{H}_2\text{O}$ [%]	Obsah CaSO_4 [mg]	Obsah CaSO_4 [%]
16 217	34,21	0,51	1,50	1,95	5,69
16 218	33,45	0,09	0,27	0,35	1,03
16 219	28,74	0,23	0,82	0,89	3,09

Rozklad kalcitu (CaCO_3) proběhl u většiny vzorků v rozmezí $550-750^\circ\text{C}$. U vzorku 16220 a 16221, proběhl rozklad při vyšší teplotě v rozmezí $590-780^\circ\text{C}$. Ze stechiometrického vzorce byl stanoven obsah CaCO_3 . Grafické výsledky termické analýzy nalezneme v příloze č. 8–13. Výsledné hodnoty obsahu CaCO_3 a úbytek CO_2 (viz Tab. 8). Výstupy s DSC/TG analýzy jsou v příloze č. 11–18.



Tab. 8 Vypočítaný obsah CaCO_3 a úbytek CO_2 , celý vzorek

Anal. Č. vzorku	Množství navážky [mg]	Ztráta CO_2 [mg]	Ztráta CO_2 [%]	Obsah CaCO_3 [mg]	Obsah CaCO_3 [%]
16 216	21,34	2,73	12,80	6,21	29,09
16 217	34,21	1,95	5,71	4,44	12,98
16 218	33,45	4,24	12,69	9,65	28,84
16 219	28,74	3,12	10,86	7,09	24,68
16 220	24,13	2,81	11,65	6,39	26,48
16 221	36,89	5,54	15,01	12,58	34,11
16 203	20,24	1,72	8,49	3,91	19,30

3.5.5 Obsah vodorozpustných solí

Z výsledků obsahu vodorozpustných solí bylo zjištěno velmi vysoké zastoupení dusičnanů a v menším množství síranové anionty, obsah chloridů a amonných iontů nebyl prokázán (viz Tab. 9). Na základě této metody byla zjištěna velmi vysoká míra zasolení dusičnany

v místnostech 102, 103, 104 105. Síranové anionty byly zastoupeny u vzorků 16 217 a 16 219.

Tab. 9 Výsledky cihelných vzorků na obsah vodorozpustných solí (SO_4^{2-} <200 mg/l pod hranicí detekčního limitu; NO_3^- 500 mg/l nad hranicí detekčního limitu)*

Číslo vzorku	NO_3^- [mg/l]	NO_2^- [mg/l]	SO_4^{2-} [mg/l]	Cl ⁻ [mg/l]	NH_4^+
16 216	500	0	<200	0	-
16 217	500	0	>800	0	-
16 218	500	0	>400	0	-
16 219	500	0	>800	0	-
16 220	500	0	<200	0	-
16 221	500	0	<200	0	-

3.5.6 Analýza omítky anal. č. 16 217

Vzorek byl odebrán z kostela Sv. Petra a Pavla ze sakristie z interiéru stavby (viz příloha č. 6). U daného vzorku jsme provedli infračervenou spektrometrii, DSC/TG analýzu, stanovení nerozpusného zbytku, granulometickou analýzu nerozpusného zbytku apetrografickou analýzu výbrusu napříč vrstevy omítky.

Složení a struktura malty

Daný vzorek je celistvý, skládá se ze čtyř vrstev, dané vrstvy se liší barevně a složením. Omítka je jemně pórovitá. Reakce kalcitu s HCl je bouřlivá. Z analýzy stanovení nerozpusného zbytku pomocí HCl jsme zjistili bilanční odhad složení poměru plniva/pojivu daný poměr vyšel 2 : 1 (viz Tab. 10). Vrstva malty je velmi pevná nelze ji zlomit rukou (pevnost >5MPa). Omítka se podařila zlomit, až za použití kladiva. Proto byly provedeny analýzy jednotlivých vrstev z hlediska složení pojiva.

Tab. 10 Bilanční odhad složení omítky anal. č. 16217 (DK – drobné kamenivo, Po-pojivo)

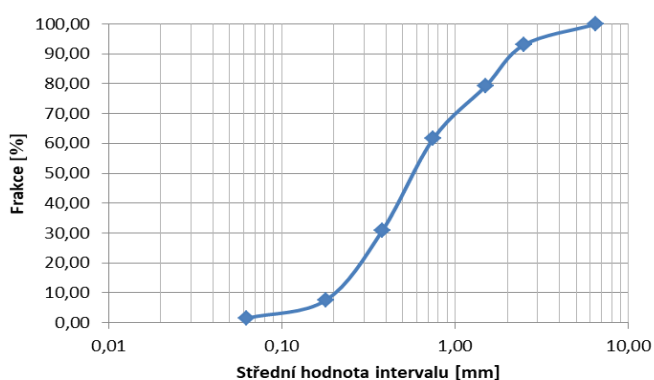
Složka	Hmotnost vzorku	Hmotnost vzorku	Karbonát	Nerozpustný zbytek
	[g]	[%]	[%]	[%]
Vzorek	212,02	100		
Drobné kamenivo > 0,1 mm se zbytky pojiva (DK)	199,13	93,92		
Drobné kamenivo > 0,1mm zbavené pojiva (DK)	122,30	57,68		57,68
Karbonátové pojivo (PO) ulpělé na zrnech	76,83	36,24	36,24	-
Suma			36,24	57,68
Drobné kamenivo < 0,1 mm se zbytky pojiva	12,89	6,08		
Kalcit (vápno) (PO)	9,97	4,70	4,70	
Nerozpustný zbytek (PO)	2,92	1,38		1,38
Suma DK+PO celý vzorek	125,22			59,06
Suma PO (CaCO₃) celý vzorek	86,80		40,94	
Poměr kamenivo/ pojivo	1,44 : 1 (~2 : 1)			

Zrnitostní rozbor a petrografie drobného kameniva

Zrnitostní složení drobného kameniva se provedlo z celého nerozpustného zbytku zbaveného kalcitu. Celková hmotnost vzorku je 102,04 g. U daného vzorku se vyskytují části nerozpustného pojiva ze sádrovce. Výsledné složení drobného kameniv ukazuje Graf. 1, Tab. 11 a příloha č. 19. Střední hodnota $M_{50} = 0,5$ mm, $M_{25} = 0,32$ mm, $M_{75} = 1,4$ mm.

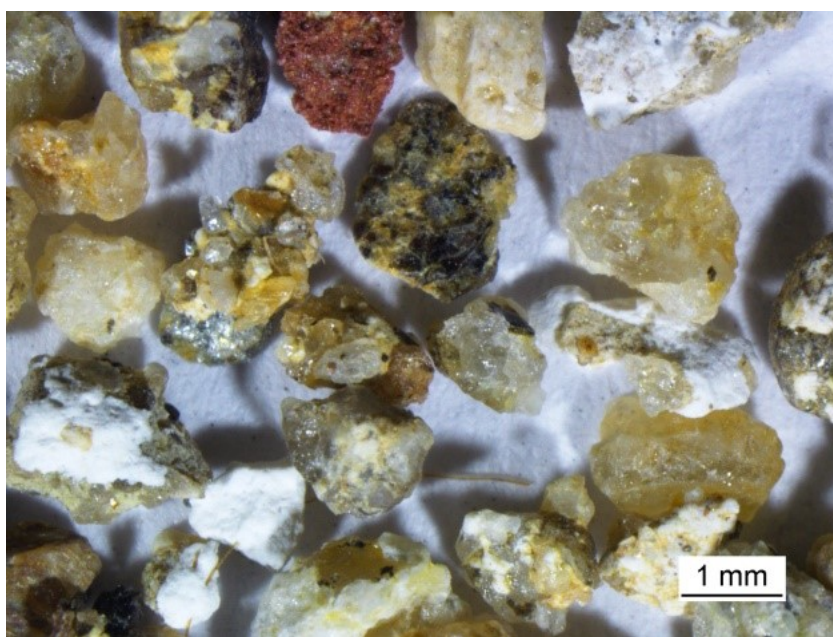
Tab. 11 Zrnitostní složení drobného kameniva uvolněného z omítky anal. č. 16 21716217

Frakce od – do [mm]		Podíl frakce [%]	Kumulativní součet [%]
3	10	6,96	100,00
2	3	13,85	93,04
1	2	17,51	79,19
0,5	1	30,91	61,68
0,25	0,5	23,24	30,77
0,1	0,25	6,08	7,54
0,01	0,1	1,46	1,46
Suma		100,00	



Graf 1 Kumulativní křivka zrnitosti nerozpustných zbytků anal. č. 16217

V nerozpustném zbytku drobného kameniva je největší zastoupení zrn křemene, zrn se srůsty křemene s biotitem, biotitem a silimanitem, dále srůsty křemene s biotitem, muskovitem a silimanitem. V kamenivu byl také výskyt živců a také výskyt biotitových rul až silimanitových-biotitových rul (Obr. 36). Ve frakcích pod 0,25 je výskyt slídových šupinek v dominantním zastoupení biotitu a v menším množství šupinek muskovitu. U křemenných zrn se vyskytovala patina z limonitu. Velikost zrn a složení drobného kameniva v omítce anal. č. 16217 ukazuje na zdroj písku v místních tocích, naznačuje to výskyt biotitových rul až silimanitových-biotitových rul, které se vyskytují v moldanubiku z SV-JV okolí Želivi.

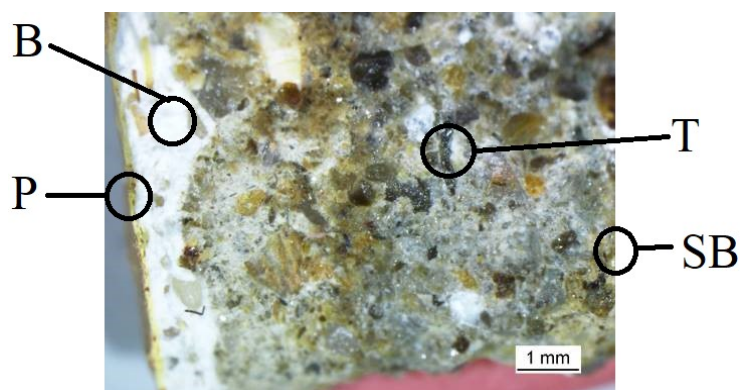


Obr. 36 Optická mikroskopie v nasvíceném světle nerozpustného zbytku z drobného kameniva s povlakem bílé sádrové hmoty anal. č. 16 217 po odstranění karbonátu HCl, zrnitost 1-2 mm

Petrografická analýza výbrusu a popis omítky

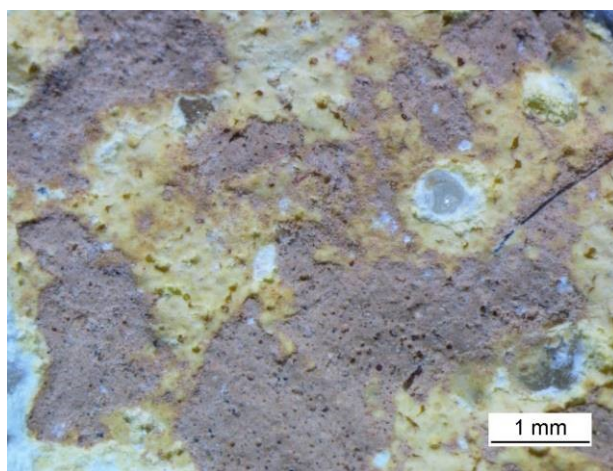
Výbrus zachytil zrna křemene, živců a srůsty křemenných zrn (granitoidní typ) a K-živců, navětralými šupinami biotitu a šupinami muskovitu (Obr. 40). Pojivo dobře obaluje písková zrna (Obr. 39). Ve vrstvě těla omítky se vyskytují písková zrna drobného kameniva, které tvoří subangulárně omezená zrna z granitoidního křemene, čirá zrna ostrohranného křemene a oválná zrna křemence s karbonátem. V pojivu jsou rozptýleny různé zvětralé šupiny slíd s limonitizací (Obr. 42).

Makroskopický popis jednotlivých vrstev omítky. První vrstva tvoří povrch omítky (P) s pigmentem a vápnem (Obr. 38). Druhá vrstva je tvořena bílou hmotou (B), která je tvořena sádrovcem s malým množstvím vápna, vlákny (Obr. 37) a dusičnany (NO_3^-). Problematickou částí je stavba omítky tvořící vrstvu na povrchu těla (Obr. 41).

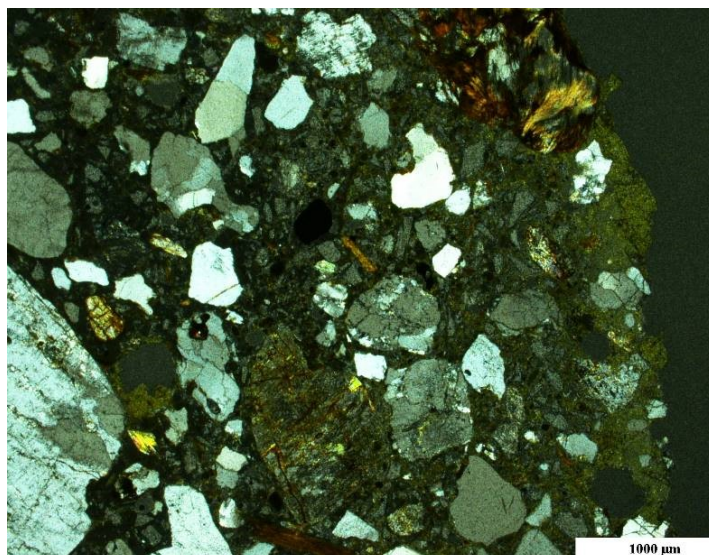


Obr. 37 Optická mikroskopie řezu omítky anal. č. 16 217, bílé vrstvě jsou viditelné vlákna

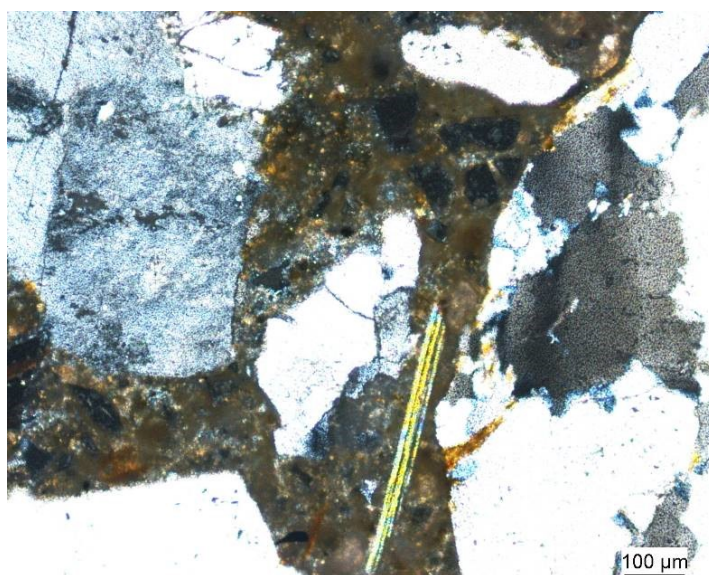
Vrstva, která je tvořena do 2 mm a je velmi slabě barevně odlišná jak od vrstvy (B), tak od vrstvy části těla omítky (T). Ve výbrusu omítkou, v této vrstvě byly nalezeny zbytky amorfni hmoty patrně z vodního skla. Znamená to, že byla omítka před nanesením vrstvy se sádrou (B) opatřena pravděpodobně nátěrem vodního skla. Pro určení druhu nátěru by se musely provést specifické analýzy. Tělo omítky (T) tvoří pevná vápenná malta (nátěr na bázi vodního skla pravděpodobně zpevnil tělo omítky). Báze (PB) tvoří slabý bílý povlak, který je tvořený vápencem (kalcitem) (Obr. 39). Jedná se tedy o vrstvenou omítku s impregnací a vápenným tělem s pigmentem.



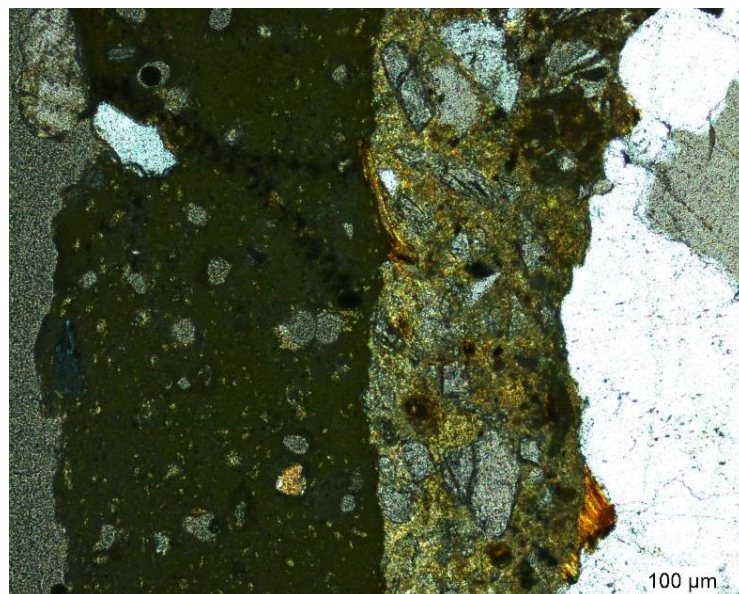
Obr. 38 Optická mikroskopie povrchu omítky anal. č. 16 217



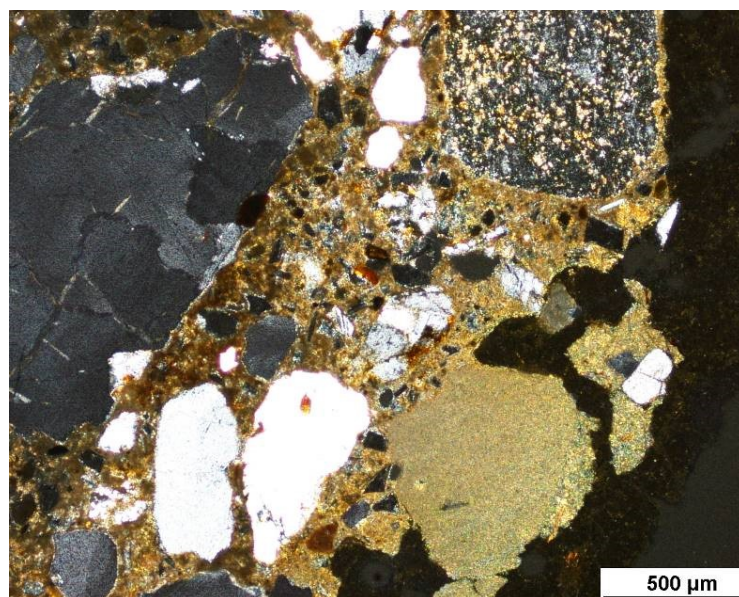
Obr. 39 Vzorek č. 16217 - bazální část omítkové vrstvy s bílým povlakem na bázi (na snímku na okraji vpravo). Na bázi těla omítky jsou zrna drobného kameniva tvořena subangulárně omezenými zrny křemene a živců, zrny srůstů křemene a živců, navětralými šupinami biotitu a ostrohrannými zrny křemene s undulózním zhášením. Pojivo dobře obaluje písková zrna. Klášter Želiv, kostel sv. Petra a Pavla, 2017. Optická polarizační mikroskopie anal. č. 16217. Zkřížené nikoly. Měřítka na snímku.



Obr. 40 Vzorek č. 16217 - střední část omítkové vrstvy silné 8-9 mm. V této části omítky jsou zrna drobného kameniva tvořena subangulárně omezenými zrny křemene a živců, zrny srůstů křemenných zrn (granitoidní typ) a K-živců, navětralými šupinami biotitu a šupinami muskovitu. Pojivo dobře obaluje písková zrna. Klášter Želiv, kostel sv. Petra a Pavla, 2017. Optická polarizační mikroskopie anal. č. 16217. Rovnoběžné nikoly. Měřítka na snímku.



Obr. 41 Vzorek č. 16217 - povrchová vrstva omítky s hnědávým pigmentem (Obr. 38) dosedající na tělo vápenné omítky. Mocnost této vrstvy je cca 1 mm. Podle IRS (FTIR) je identifikován v pojivu této vrstvy sádrovec. V této vrstvě jsou drobná zrna křemene a živců, u vzorku byla zjištěna i vlákna (Obr. 37). Tmavá stopa odpovídá houbovému pletivu. Klášter Želiv, kostel sv. Petra a Pavla, 2017. Optická polarizační mikroskopie anal. č. 16217. Zkřížené nikoly. Měřítka na snímku.



Obr. 42 Vzorek č. 16217 - tělo omítky. Písková zrna drobného kameniva tvoří subangulárně omezená zrna z granitoidního křemene, čirá zrna ostrohranného křemene a oválné zrno křemence s karbonátem. V pojivu jsou rozptýleny různé zvětralé šupiny slíd s limonitizací. Klášter Želiv, kostel sv. Petra a Pavla, 2017. Optická polarizační mikroskopie anal. č. 15217. Šikmé nikoly. Měřítka na snímku.

Infračervená spektra pojiva historických omítek a malt

U omítky anal. č. 16 217 byla provedena infračervená spektrometrie na separovaných vrstvách omítky (P, B, T, SB). Vyhodnocení infračerveného spektra jsou uvedeny v příloze č. 26–30.

Spektra u anal. č. 16217 P povrchového nátěru jsme zjistili, že se v dané vrstvě omítky nachází kalcit (absorpčními pásy 1448, 875, 713 cm^{-1}). Dále byl zjištěn křemen (absorpční pásy 1116, 1031, 798 cm^{-1}). Ve vrstvě je také malé množství sádrovce v absorpčním páse 3414 cm^{-1} a organické kontaminace (absorpčními pásy 2964, 2513 cm^{-1}). Byl také prokázán dusičnan v absorpčním páse 1386 cm^{-1} .

V druhé bílé vrstvě omítky anal. č. 16217 P se nachází sádrovec (absorpční pásy 3406, 1621, 1116, 603 cm^{-1}). Dále byl zjištěn kalcit (absorpčními pásy 1447, 875, 714 cm^{-1}). Absorpčním pás 1385 cm^{-1} odpovídá dusičnanům.

V třetí vrstvě těla omítky anal. č. 16217 T je dominantní kalcit (absorpčními pásy 1741, 1431, 875, 714 cm^{-1}). Absorpční pásy (1115, 1081, 1032, 795 cm^{-1}) odpovídají velmi malému množství křemene. Byl také prokázán dusičnan absorpčním pásem 1386 cm^{-1} . Jílová hmota je zastoupena illitem (slídou). Organická kontaminace se projevuje v oblasti absorpčních pásů (2959–2426 cm^{-1}). Sádrovec byl zjištěn jen v podlimitním množství absorpčními pásy (1113 a 1147 cm^{-1}).

Ve čtvrté spodní bílé vrstvě anal. č. 16217 SB byl nalezen kalcit (absorpčními pásy 1794, 1448, 875, 713 cm^{-1}). Dále byl zjištěn křemen (absorpční pásy 1115, 1081, 1032, 797 cm^{-1}). Sádrovec je prokázán v malém množství a to v absorpčních pásech (1147, 671, 666 cm^{-1}) a široký pás kolem 3414 cm^{-1} . Portlandit je zastoupený v malém množství v absorpčním páse 3698 cm^{-1} . Absorpčním pás 1385 cm^{-1} odpovídá dusičnanům.

DSC/TG analýza pojiva

Z výsledků TG analýzy vzorku anal. č. 16217 vyplývá, že se v omítce nachází kalcit (CaCO_3), jeho obsah je 12,98 %. Dále je zde nalezen křemen, dusičnany a sádrovec s obsahem 5,69 %. Diference oblasti Tab. 10 (po odstranění kalcitu) je způsobena malým a nehomogenním vzorkem pro analýzu DSC/TG.

Shrnutí

Vzorek omítky anal. č. 16217 je vápenný, s obsahem cca 13 % kalcitu (vápna) s podílem sádrovce 5 %, a drobného kameniva frakce 0,1–10 mm 82 %. Poměr drobného kameniva a jíloviny k vápennému pojivu (kalcit) je cca 1,44 : 1. Jako plnivo (kamenivo) byl použitý patrně místní říční křemenný písek obsahující kusy hornin biotitu – muskovitu – sillimanitických rul moldanubika vyskytujících se v povodí místních toků.

3.5.1 Analýza omítky anal. č. 16 219

Vzorek byl odebrán z kostela Sv. Petra a Pavla části předsíně z interiéru stavby (viz příloha č. 8.). U daného vzorku jsme provedli termickou analýzu, stanovení nerozpusného zbytku, granulometickou analýzu nerozpusného zbytku, petrografický rozbor kameniva.

Složení a struktura malty

Vzorek omítky je celistvý, pórovitý, bílé barvy. V dané omítce byla nalezena rostlinná vlákna. Daná omítka se dá zlomit pomocí ruky (pevnost <5MPa) a lze provést vryp. Reakce kalcitu s HCl je bouřlivá. Z analýzy stanovení nerozpusného zbytku pomocí HCl jsme zjistili bilanční odhad složení poměru plniva/pojiva, daný poměr vyšel 2 : 1 (viz Tab. 12.)

Tab. 12 Bilanční odhad složení omítky analýza č. 16219 (DK – drobné kamenivo, Po-pojivo)

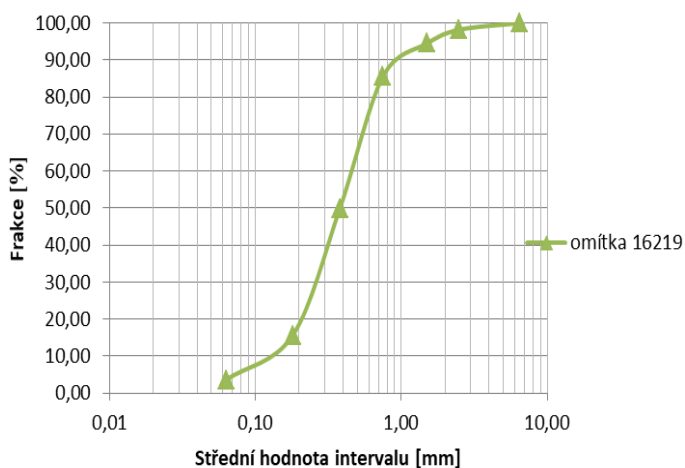
Složka	Hmotnost vzorku [g]	Hmotnost vzorku [%]	Karbonát [%]	Nerozpustný zbytek [%]
Vzorek	37,15	100		
Drobné kamenivo (DK) >0,1 mm se zbytky pojiva	31,84	85,71		
Drobné kamenivo (DK) >0,1 mm zbavené pojiva	21,92	59,00		59,00
Karbonátové pojivo (PO) ulpělé na zrnech	9,92	26,70	26,70	-
Suma			26,70	59,00
Drobné kamenivo (DK) < 0,1 mm se zbytky pojiva	5,31	14,29		
Kalcit (PO)	3,88	10,44	10,44	
Nerozpustný zbytek (DK)	1,43	3,85		3,85
Suma DK+PO celý vzorek	23,35			62,85
Suma PO (CaCO₃) celý vzorek	13,80		37,15	
Poměr kamenivo/ pojivo	1,69 : 1 (~2:1)			

Zrnitostní rozbor a petrografie drobného kameniva

Zrnitostní složení drobného kameniva z celého nerozpustného zbytku po odstranění kalcitu ukazuje Graf. 2, Tab. 13 a příloha č. 20. Celková hmotnost vzorku je 19,86 g. Střední hodnota $M_{50} = 0,44$ mm, $M_{25} = 0,128$ mm, $M_{75} = 1$ mm. Maximální velikost zrna je cca 10 mm. Střední hodnota $M_{50} = 0,40$ mm, $M_{25} = 0,125$ mm, $M_{75} = 0,6$ mm. Výsledky petrografické analýzy zrn kameniva frakce (>3, 2-3, 1-2 mm) jsou uvedeny v příloze č. 25.

Tab. 13 Zrnitostní složení drobného kameniva uvolněného z omítky anal. č. 16 219

Frakce od – do [mm]		Podíl frakce [%]	Kumulativní součet [%]
3	10	1,81	100,00
2	3	3,73	98,19
1	2	8,86	94,46
0,5	1	35,65	85,60
0,25	0,5	34,39	49,95
0,1	0,25	11,93	15,56
0,01	0,1	3,63	3,63
Suma		100,00	



Graf 2 Kumulativní křivka zrnitosti nerozpustných zbytků anal. č. 16 219

U vzorku anal. č. 16 219 kameniva se vyskytovaly části nerozpustného pojiva ze sádrovce. U frakce 2–3 a 1–2 jsme provedli separaci daných nerozpustných částí (obr. 43). Výsledný podíl po oddělení částic činil cca 70 % nerozpustných částí pojiva ke kamenivu.



Obr. 43 Vpravo oddělené drobné kamenivo od nerozpuštěného pojiva tvořené sádrovcem u anal. č. 16 219, vlevo optická mikroskopie kameniva frakce 1-2 u anal. č. 16 219

V daném nerozpustném zbytku drobného kameniva je největší zastoupení zrn křemene, zrn se srůsty křemene s biotitem, biotitem a silimanitem, dále srůsty křemene s biotitem, muskovitem a silimanitem. V kamenivu byly zastoupeny živce a biotitové ruly až silimanitové-biotitové ruly. Ve frakcích pod 0,25 je výskyt slídových šupinek zdominantního zastoupení biotitu. Slídové šupinky muskovitu jsou v nepatrném množství. U křemenných zrn se vyskytovala patina z limonitu. U dané omítky byla zjištěna rostlinná vlákna, dřevo a části cihel. Velikost zrn a složení drobného kameniva v omítce anal. č. 16220 ukazují na místní zdroj písku. Naznačuje to výskyt zrn biotitových rul až silimanitových-biotitových rul, které se vyskytují v moldanubiku z SV-JV okolí Želivi.

DSC/TG analýza pojiva

Z výsledků termické analýzy vyplývá, že se v omítce nachází kalcit (CaCO_3) jeho obsah je 24,88 %. Dále je zde nalezen křemen a sádrovec s obsahem 3,09 %.

Shrnutí

Vzorek omítky anal. č. 16219 je vápenný, s obsahem cca 25 % kalcitu (vápna) s podílem 3 % sádrovce a 72 % drobného kameniva frakce 0,1–10 mm. Poměr drobného kameniva a jíloviny k vápennému pojivu (kalcit) je cca 1,69 : 1. Jako plnivo (kamenivo) byl použitý patrně místní říční křemenný písek obsahující zrn biotitu – muskovitu – sillimanitických rul moldanubika vyskytujících se v povodí místních toků.

3.5.1 Analýza malty anal. č. 16 220

Vzorek byl odebrán z kostela Sv. Petra a Pavla z márnice z interiéru stavby U daného vzorku byla provedena DSC/TG analýza, stanovení nerozpustného zbytku, granulometická analýza drobného kameniva a petrografický rozbor kameniva a to na celém vzorku.

Složení a struktura malty

Vzorek malty je celistvý, pórovitý bělavě nahnědlé barvy. Daná malta se dá zlomit pomocí ruky (pevnost <5MPa) a lze provést snadno vryp. Reakce kalcitu s HCl je bouřlivá. Z analýzy stanovení nerozpustného zbytku pomocí HCl jsme zjistili odhad složení poměru drobného kameniva/pojiva, daný poměr vyšel 3 : 1 (viz Tab. 14).

Tab. 14 Bilanční odhad složení malty analýza č. 16220 (DK – drobné kamenivo, Po-pojivo)

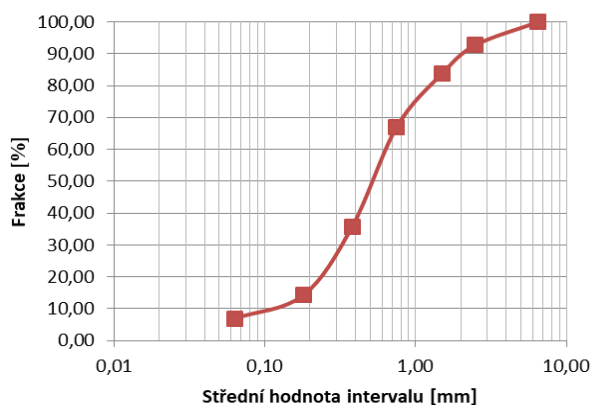
Složka	Hmotnost vzorku [g]	Hmotnost vzorku [%]	Karbonát [%]	Nerozpustný zbytek [%]
Vzorek	12,8	100		
Drobné kamenivo (DK) >0,1 mm se zbytky pojiva	11,88	92,81		
Drobné kamenivo (DK) >01 mm zbavené pojiva	8,95	69,92		69,92
Karbonátové pojivo (PO) ulpělé na zrnech	2,93	22,89	22,89	-
Suma			22,89	69,92
Drobné kamenivo (DK) < 0,1 mm se zbytky pojiva	0,92	7,19		
Kalcit (PO)	0,67	5,23	5,23	
Nerozpustný zbytek (DK)	0,25	1,95		1,95
Suma DK+PO celý vzorek	9,20			71,88
Suma PO (CaCO₃) celý vzorek	3,60		28,13	
Poměr kamenivo/ pojivo	2,56 : 1 (~3:1)			

Zrnitostní rozbor a petrografie drobného kameniva

Zrnitostní složení drobného kameniva po očištění povrchu zrn od zbytků pojivové hmoty ukazuje Graf. 3, Tab. 15 a příloha č. 21. Celková hmotnost vzorku je 8,95 g. Střední hodnota $M_{50} = 0,56$ mm, $M_{25} = 0,128$ mm, $M_{75} = 1$ mm. Výsledky petrografické analýzy zrn kameniva jsou uvedeny v příloze č. 24.

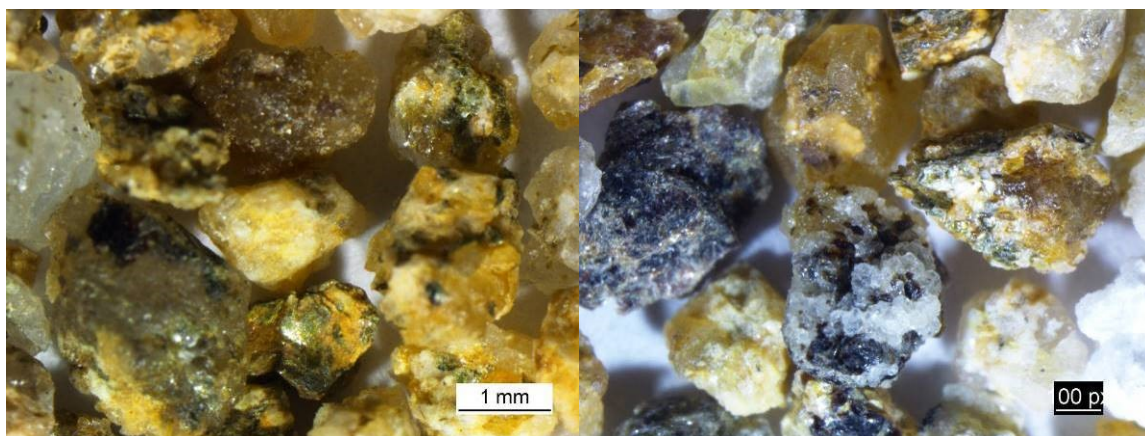
Tab. 15 Zrnitostní složení drobného kameniva uvolněného z malty analýza č. 16 220

Frakce od – do [mm]		Podíl frakce [%]	Kumulativní součet [%]
3	10	7,26	100,00
2	3	8,94	92,74
1	2	16,76	83,80
0,5	1	31,28	67,04
0,25	0,5	21,56	35,75
0,1	0,25	7,26	14,19
0,01	0,1	6,93	6,93
Suma		100,00	



Graf 3 Kumulativní křivka zrnitosti nerozpustných zbytků anal. č. 16220

V daném vzorku je největší zastoupení zrn křemene, zrn se srůsty křemene s biotitem, biotitem a silimanitem, dále srůsty křemene s biotitem, muskovitem a silimanitem. V kamenivu jsou zastoupeny živce a biotitové ruly až silimanitové-biotitové ruly (obr. 44). Ve frakcích pod 0,25 je výskyt slídových šupinek s dominantním zastoupením biotitu a nepatrným zastoupením muskovitu. U křemenných zrn se vyskytovala patina z limonitu. Byla zde zjištěna rostlinná vlákna, dřevo a části cihel. Velikost zrn a složení drobného kameniva v maltě anal. č. 16220 ukazuje na místní zdroj písku. Naznačuje to výskyt zrn biotitových rul až silimanitových-biotitových rul moldanubika z SV-JV okolí Želivi.



Obr. 44 Optická mikroskopie nerozpustného zbytku drobného kameniva anal. č. 16 220 po odstranění karbonátu HCl, vlevo zrnitost 2-3 mm a vpravo zrnitost 1-2 mm

DSC/TG analýza pojiva

Z výsledků termické analýzy vyplývá, že se v omítce nachází křemen a kalcit (CaCO_3), obsah kalcitu je 26,48%.

Shrnutí

Vzorek malty anal. č. 16217 je vápenný, s obsahem cca 27 % kalcitu (vápna) a 73 % drobného kameniva frakce 0,1–10 mm. Poměr drobného kameniva a jíloviny k vápennému pojivu (kalcit) je cca 2,56 : 1. Jako plnivo (kamenivo) byl použitý patrně místní říční křemenný písek obsahující zrna biotitu – muskovitu – sillimanitických rul moldanubika vyskytujících se v povodí místních toků. V dané omítce je kontaminace dusičnany.

3.5.2 Analýza malty anal. č. 16 203

Vzorek malty byl odebrán z kostela Sv. Petra a Pavla části presbytáře ze spáry zdiva. U daného vzorku jsme provedli termickou analýzu, infračervenou spektrometrii, stanovení nerozpustného zbytku, granulometickou analýzu nerozpustného zbytku a petrografický rozbor kameniva.

Složení a struktura malty

Vzorek malty je silně pórovitý světle nažloutlé barvy. Daná omítka se dá zlomit pomocí ruky (pevnost <5MPa) a lze provést snadno vryp. Reakce kalcitu s HCl je bouřlivá. Z analýzy stanovení nerozpustného zbytku pomocí HCl jsme zjistili bilanční odhad složení poměru plniva/pojiva, daný poměr vyšel 2,6 : 1 (viz Tab. 16).

Tab. 16 Bilanční odhad složení malty anal. č. 16203 (DK – drobné kamenivo, Po-pojivo)

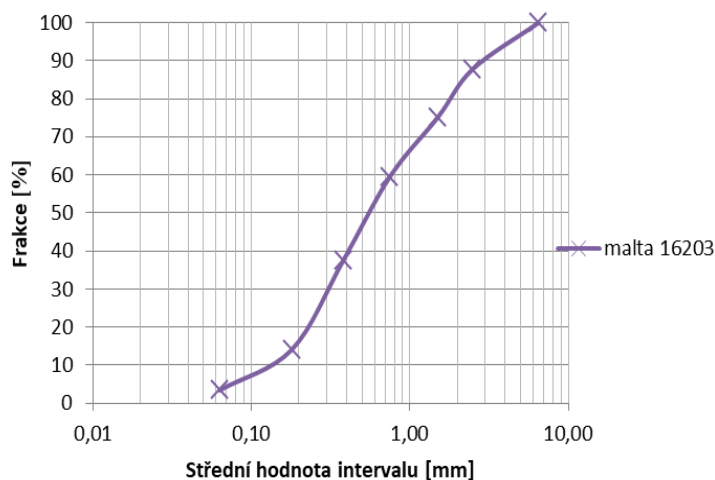
Složka	Hmotnost vzorku [g]	Hmotnost vzorku [%]	Karbonát [%]	Nerozpustný zbytek [%]
Vzorek	76,98	100		
Drobné kamenivo (DK) > 0,1 mm se zbytky pojiva	67,54	87,74		
Drobné kamenivo (DK) > 0,1 mm zbavené pojiva	53,4	69,37		69,37
Karbonátové pojivo (PO) ulpělé na zrnech	14,14	18,37	18,37	-
Suma			18,37	69,34
Drobné kamenivo (DK) < 0,1 mm se zbytky pojiva	9,44	12,23		
Kalcit (vápno) (PO)	7,2	9,35	9,35	
Nerozpustný zbytek (DK)	2,24	2,91		2,91
Suma DK+PO celý vzorek	55,64			72,28
Suma PO (CaCO₃) celý vzorek	21,34		27,72	
Poměr kamenivo/ pojivo	2,6 : 1 (~3 : 1)			

Zrnitostní rozbor a petrografie drobného kameniva

Zrnitostní složení drobného kameniva po očištění povrchu zrn od zbytků pojivové hmoty ukazuje Graf. 4, Tab. 17 a příloha č. 22. Celková hmotnost vzorku je 53,4g. Střední hodnota $M_{50} = 0,6$ mm, $M_{25} = 0,128$ mm, $M_{75} = 1,6$ mm. Výsledky petrografické analýzy zrn kameniva jsou uvedeny v příloze č. 23.

Tab. 17 Zrnitostní složení drobného kameniva uvolněného z malty anal. č. 16203

Frakce od – do [mm]		Podíl frakce [%]	Kumulativní součet [%]
	10	12,17	100,00
2	3	12,73	87,83
1	2	15,54	75,09
0,50	1,00	22,10	59,55
0,25	0,50	23,41	37,45
0,10	0,25	10,67	14,04
0,0100	0,1	3,37	3,37
Suma		100,00	

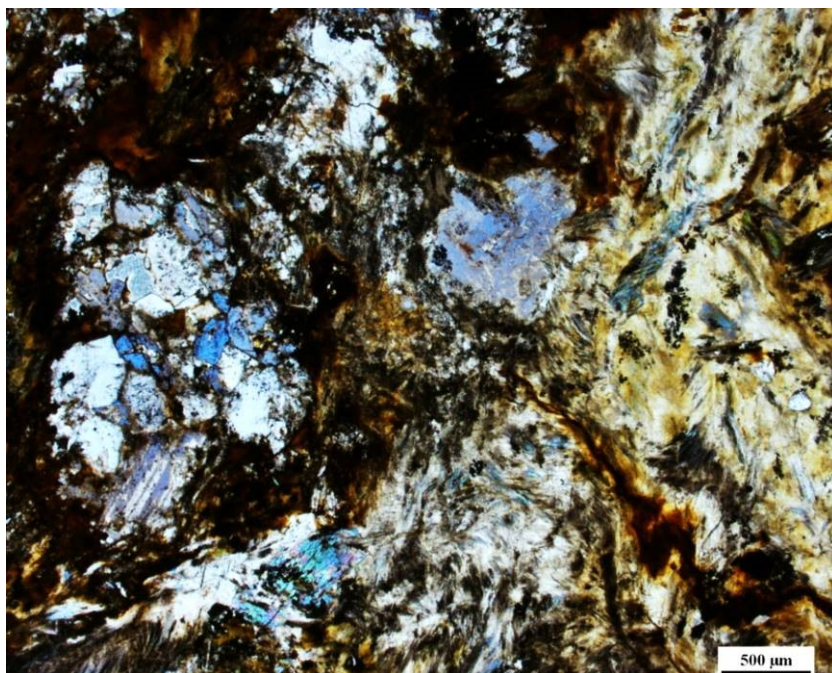


Graf 4 Kumulativní křivka zrnitosti nerozpustných zbytků anal. č. 16203

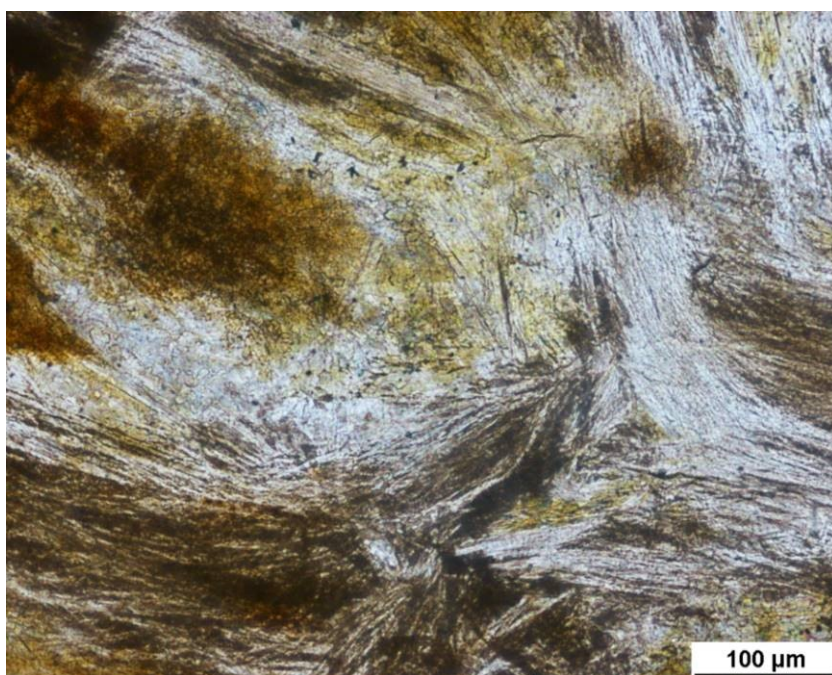
Velikost zrn a složení drobného kameniva v maltě č. 16203 ukazuje na zdroj písku v místních tocích. V kamenivu jsou zastoupeny srůsty křemene s biotitem, biotitem a silimanitem resp. křemene s biotitem, muskovitem a silimanitem, vzácně křemene s turmalínem (skorylem) odpovídají biotitovým rulám až silimanit-biotitovým rulám z moldanubika z SV-JV okolí Želivi (viz též petrografická analýza výbrusu malty). Slídové šupiny ve frakcích pod 0,25 mm jsou zastoupeny dominantně biotitem a menším množstvím zastoupení šupin muskovitu.

Petrografická analýza výbrusu malty

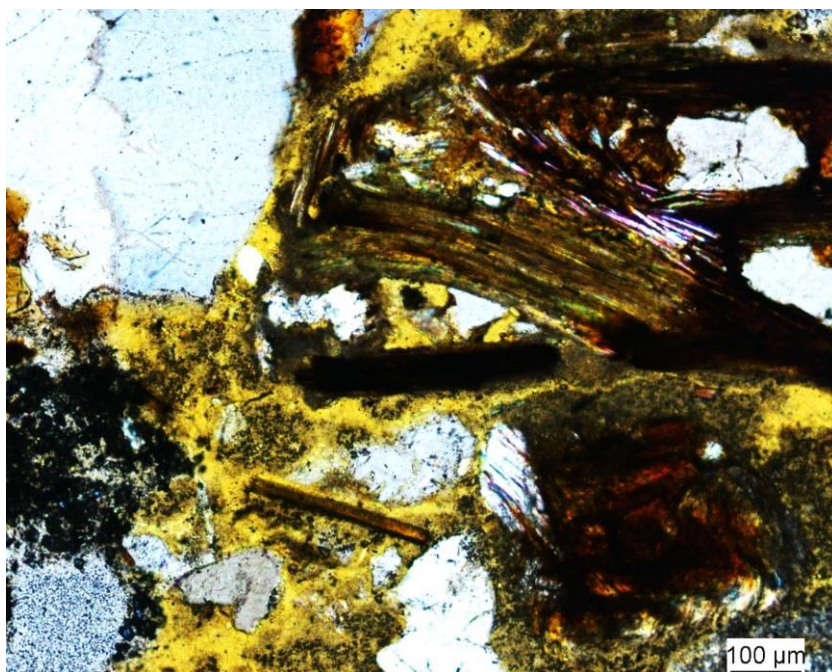
Výbrus zachytil větší zrno biotit-muskovit-silimanitické ruly se silnou limonitizací (obr. 45). Ostrohranná zrna tvoří křemen, u hrubších zrn s patinou limonitu (obr. 45). Biotit je vermikulitizovaný (obr. 47). Živec je vzácný. Běžné jsou srůsty křemene s biotitem nebo i se silimanitem (obr. 46). Vzácná jsou izolovaná rostlinná vlákna (obr. 49, 50). Výjimečně se objevuje uhlíkatý pigment, patrně z popela (obr. 48).



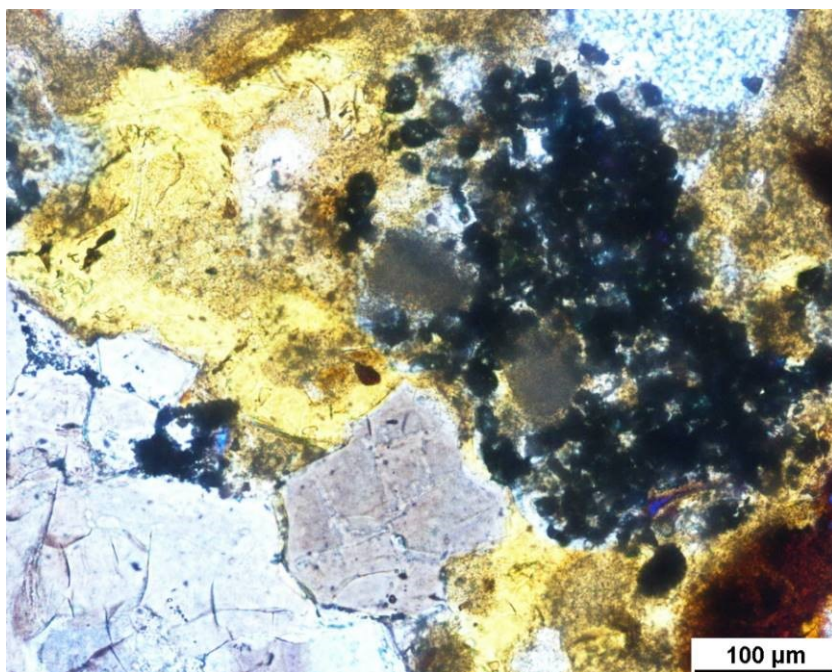
Obr. 45 Vzorek č. 16203 - valoun silimanit-muskovit-biotitické ruly v maltě. Klášter Želiv, kostel sv. Petra a Pavla, 2017. Optická polarizační mikroskopie v procházejícím světle. Zkřížené nikoly. Měřítka na snímku.



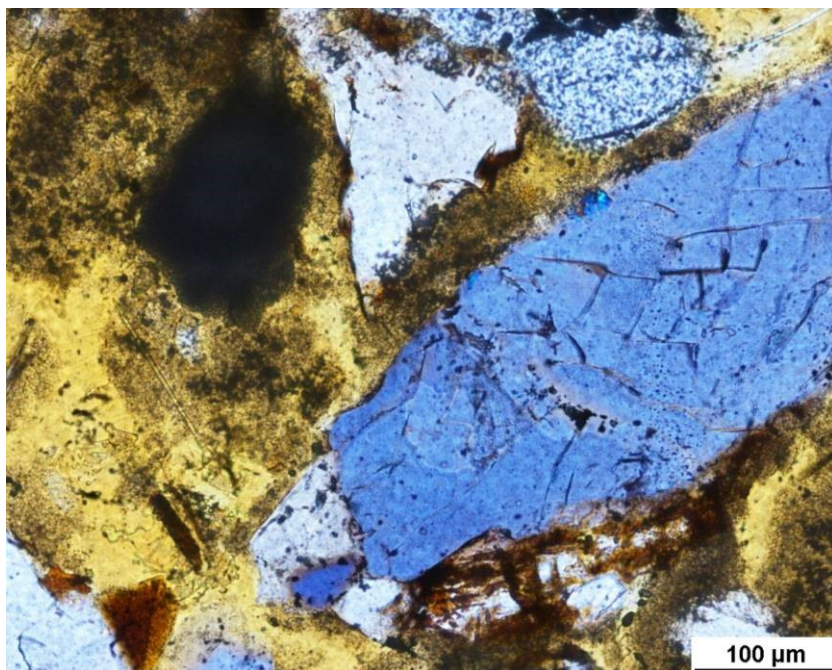
Obr. 46 Vzorek č. 16203 - silimanit ve valounu silimanit-muskovit biotitické ruly v maltě. Klášter Želiv, kostel sv. Petra a Pavla, 2017. Optická polarizační mikroskopie v procházejícím světle. Rovnoběžné nikoly. Měřítka na snímku.



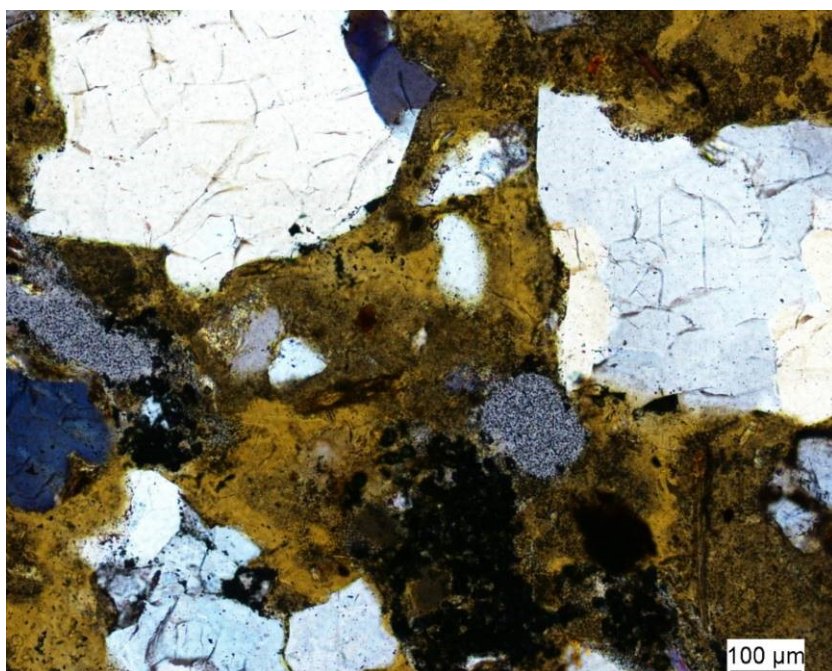
Obr. 47 Vzorek č. 16203 - vápenné pojivo malty s křemennými zrny a se silně vermikulitizovanými a limonitizovanými šupinami biotitu. Klášter Želiv, kostel sv. Petra a Pavla, 2017. Optická polarizační mikroskopie v procházejícím světle. Šikmé nikoly. Měřítka na snímku.



Obr. 48 Vzorek č. 16203 - vápenné pojivo malty se zbytky popeloviny. Klášter Želiv, kostel sv. Petra a Pavla, 2017. Optická polarizační mikroskopie v procházejícím světle. Šikmé nikoly. Měřítka na snímku.



Obr. 49 Vzorek č. 16203 - vápenné pojivo malty se zbytky popeloviny a s izolovanými rostlinnými vlákny. Klášter Želiv, kostel sv. Petra a Pavla, 2017. Optická polarizační mikroskopie v procházejícím světle. Zkřížené nikoly. Měřítka na snímku.



Obr. 50 Vzorek č. 16203 - vápenné pojivo malty z jemnozrnného kalcitu, s jílovinou a křemennými zrny a se zbytky vláken rostlinného původu. Klášter Želiv, kostel sv. Petra a Pavla, 2017. Optická polarizační mikroskopie v procházejícím světle. Zkřížené nikoly. Měřítka na snímku.

FTIR spektroskopie pojiva

Infračervená spektroskopie byla provedena u celkového vzorku pojiva z malty 16203. Výsledky spektroskopie jsou v příloze č. 26 a 32.

Z dané analýzy pojiva jsme zjistili obsah kalcitu (absorpčními pásy 1429, 874, 713 cm^{-1}), stopy křemene (absorpčními pásy 1079, 1031, 775, cm^{-1}). Absorpční pás 3430 cm^{-1} odpovídá malému množství slídy nebo illitu (bez možností rozlišení druhu). Organická kontaminace (absorpčními pásy 2964 – 2512 cm^{-1}).

Dále jsme provedli infračervenou spektroskopii nerozpustného zbytku po odloučení kalcitu u malty anl. č. 16203. Z dané analýzy jsme zjistili obsah křemene (absorpčními pásy 1087, 1031, 779 cm^{-1}). Slídy nebo illitu na absorpčním páse 3439 cm^{-1} (bez možností rozlišení druhu) a příměs kaolinitu. Organická kontaminaci na absorpčním páse 2964 cm^{-1} a dusičnany na absorpčním páse 1381 cm^{-1} .

DSC/TG analýza pojiva

Z výsledků termické analýzy pojiva vyplývá, že se v omítce nachází kalcit (CaCO_3) jeho obsah je 19,3 %. Z výsledků složení nerozpustného zbytku jsme zjistili stopy křemene, stopy kaolinitu, illitu.

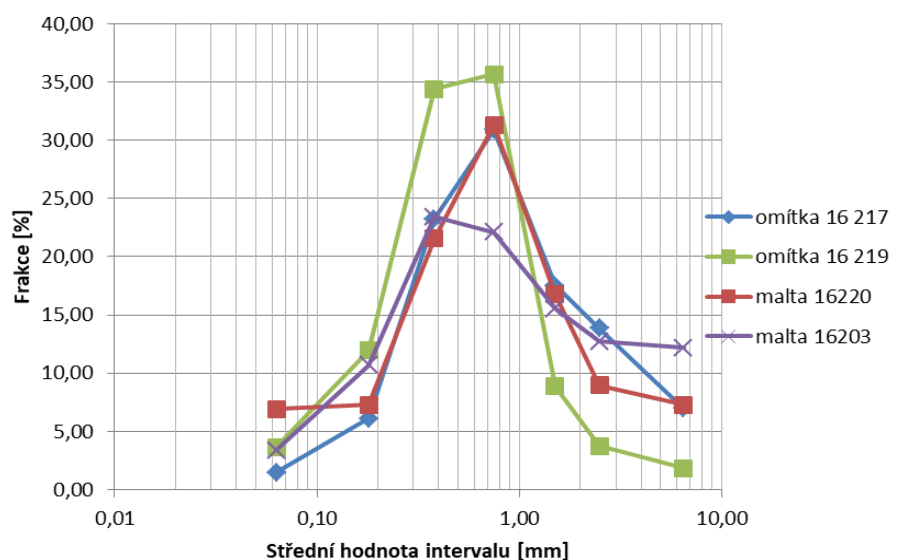
Shrnutí

Vzorek malty anal. č. 16203 je vápenný, s obsahem cca 19 % kalcitu (vápna) a 81 % drobného kameniva frakce 0,1-10 mm. Malta je silně pórovitá. Poměr drobného kameniva a jíloviny k vápennému pojivu (kalcitu) je cca 2,6 : 1. Kamenivo je místní, patrně říční písek, zrnitostně vhodně upravený. Pochází převážně z biotit-muskovit-sillimanitických rul moldanubika vyskytujících se v povodí místních toků.

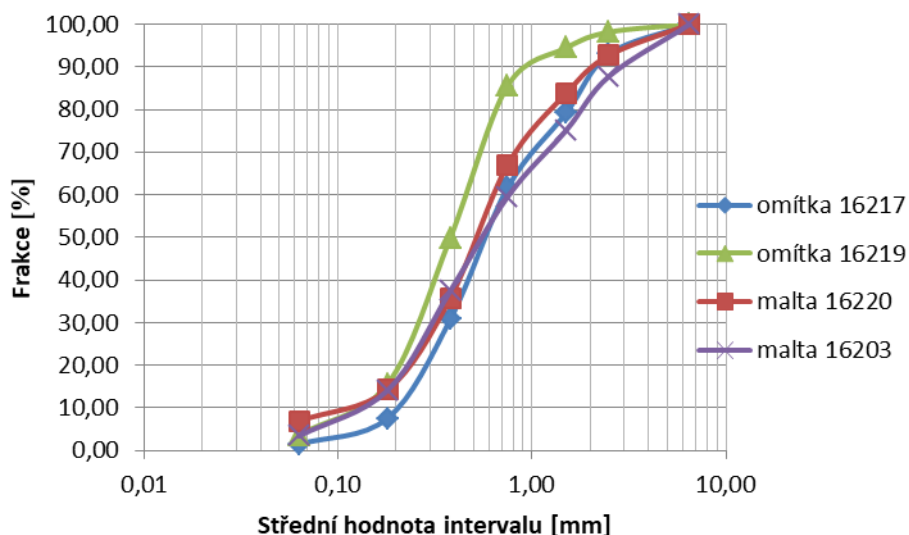
3.5.1 Srovnání drobného kameniva u omítek a malt

Porovnávání drobné kamenivo u složení malt a omítek je velmi blízké. Z grafického vyhodnocení distribuční křivky zrnitosti (Obr. 55) můžeme vidět, že drobné kamenivo z malty anal. č. 16203 má menší procentuální zastoupení zrn frakce 0,5-1 mm naopak má větší zastoupení kameniva >3 mm než u omítek anal. č. 16217, 16219. U vzorku anal. č. 16 219 a v menším zastoupení u vzorku anal. č. 16217 se vyskytuje podíl

nerozpustného pojiva tvořeného zrny sádrovce a tím dochází ke zkreslování výsledků zrnitosti u daného vzorku. Tato zrna jsme se snažili eliminovat provedením další separace drobného kameniva. Z petrografického rozboru jsme zjistili, že u omítek a malt byl použit místní písek z daných toků Trnávky nebo Želivky. Prokazuje to výskyt zrn biotitových rul až silimanitových-biotitových rul z SV-JV okolí Želivi.



Graf 5 Distribuční křivky zrnitosti nerozpustných zbytků omítek anal. č. 16217, 16219 a malt anal. č. 16203, 16220



Graf 6 Kumulativní zrnitostní křivka nerozpustných zbytků omítek anal. č. 16217, 16219 a malt anal. č. 16203, 16220

3.6 Vyhodnocení průzkumu objektu

Na základě provedeného stavebně technického průzkumu bylo zjištěno, že nejzávažnější poruchou je netěsnost střešního pláště na severní straně objektu. Zatékání je lokálního charakteru vyskytující se převážně na severním a západním střešním plášti. Zatékání je zapříčiněno absencí krytiny na některých místech, která je pravděpodobně způsobena povětrnostními vlivy a stářím krytiny. Z důvodu nepřístupnosti nebyl proveden průzkum krovu. Proto doporučuji provést daný průzkum se zaměřením na aktuální stav krovu a zjištění, v jakém měřítku dochází k zatékání a jeho působení na daný krov. Pro danou poruchu navrhuji opatření spočívající v opravě poloviny střešního pláště nacházejícího se na severní straně objektu.

Další závažnou poruchou je vlhkost v celém objektu, z vizuální prohlídky byly patrné vlhkostní mapy dosahující výšky 1,2 metru, výkvěty solí a degradace omítky. Z podrobného průzkumu jsme zjistili, že se jedná o vzlínající, hydroskopickou a odstřikovou vlhkost. Nejvyšší výskyt vlhkosti je v sakristii a předsíni, kde dochází k vzlínání vlhkosti v kombinaci s odstřikovou srážkovou vodou z chybějícího okapového systému. Jednotlivé míry zavlhčení jsou zaznamenány do výkresové dokumentace (výkres č. 5). Jako opatření proti vlhkosti v části předsíně a sakristii, kde nejsou okapové žlaby, bych doporučovala provést odvodnění pomocí okapového chodníku svedeného do drenážního odvodnění.

3.7 Návrh sanace a opatření vybraných poruch a vad v závislosti na provedeném stavebně technickém průzkumu

Opatření proti vlhkosti

Z podrobného průzkumu jsme zjistili, že na zdivo působí vztlínající vlhkost zpod základů objektu. Doporučovala bych provést revitalizaci historických sanačních opatření proti vztlínání vlhkosti z podzákladí s doplněním drenážního odvodnění. V části předsíně a sakristii bych doporučovala provést odvodnění pomocí okapového chodníku napojením na drenážní odvodnění z daného objektu. U daného objektu bych také doporučila provést klimatologický průzkum pro zjištění relativní vzdušné vlhkosti a teploty v různých obdobích roku. Po vyhodnocení daného průzkumu by se navrhla úprava klimatu u daného objektu.

Druhá část sanace spočívá v odsolení pomocí obětované vápené omítky do výšky 1,5 metra. Po odsolení bych doporučila provést původní vapenné omítky.

Opatření střešního pláště

Pro danou poruchu navrhuji opatření spočívající v opravě nevyhovujících částí střešního pláště, která se nachází na severní, východní a západní straně objektu. Opravy budou zpočívát ve výměně poškozených dřevěných prvků z důvodu zatékání a dále se provede nové pokrytí střešního pláště. Na západní straně doporučuji provést opravy spočívající v překrytí štítu v detailních místech ve styku s novým štítem a původním štítem a v části římsy s průčelím objektu.

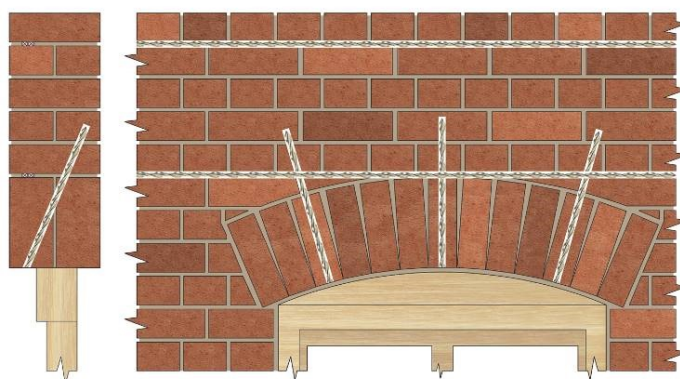
Sanace kamene

Sanace kamene bude spočívát v očištění daných částí a odsolení pomocí obkladů z buněčiny. Závěrem doporučuji provést povrchovou ochranu kamene.

Sanace trhlín

V případě sanací trhlín je rozhodující pro volbu sanační metody posouzení, jestli je trhlina pasivní či aktivní a určení šířky trhliny. U aktivních trhlín bych zvolila systém od firmy Helifix. Sanační technologie spočívá v stabilizaci pomocí prutů z nerezové oceli HeliBar, které jsou zavedeny do vhodných ložných spár nebo drážek. Nerezové pruty se volí

o průměru 6 a 8 mm, max. délka prutu je 1,5 m. Odstup jednotlivých drážek je v rozmezí 150 – 450 mm. Hloubka drážky u plné zdi se pohybuje kolem 60 mm [23].



Obr. 51 Provedení sanace cihelného překladu systéme helfix [23]

U pasivních trhlin bych volila metodu injektáže zdiva. Principem injektáže je vpravování chemického roztoku do zdiva a jeho dutin i pórů. Volba výběru vhodného injektážního materiálu je především dána účelem injektáže a druhem a vlastnostmi injektovaného zdiva. Na opravu trhlin ve zdivu používáme vždy materiál, který má minimálně stejnou nebo vyšší pevnost, jakou má původní materiál. V minulosti byly používány aktivované cementové malty, betonové směsi, ale v dnešní době se používají syntetické materiály například organické pryskyřice, epoxidy, polyuretany. Postup opravy zahrnuje odsekání omítky kolem trhliny v šířce min 150 mm, vyčištění trhliny od úlomků a prachu, dále injektujeme trhlínu (cementovou suspenzí, organickými pryskyřicemi, epoxidy či polyuretany). Následně zabandážujeme trhlínu elastickou tkaninou minimálně o šířce 150 mm pomocí lepicího tmelu. Posledním krokem je oprava omítky [15].

Opatření uvolněného stupně

Pro danou vadu navrhuji opatření spočívající v opětovném usazení stupně. Pro danou opravu je nutné zvolit vhodný materiál, aby odpovídal vlastnostem opravovaného stupně. Spojení s podkladní vrstvou doporučuji provést pomocí adhezního můstku a spojovací výztuže s podkladním materiálem.

4 Závěr

Cílem mé diplomové práce bylo provedení stavebně-technického průzkumu a analýza autentického stavebního materiálu kostela Sv. Petra a Pavla v obci Želiv. Průzkum byl zejména zaměřen na posouzení vlhkostního stavu objektu, zjištění a identifikaci poruch a vad v celém objektu, dále na analýzu historických omítek a malt.

Na základě provedeného stavebně technického průzkumu bylo zjištěno, že nejzávažnější poruchou je zatékání do střešního pláště na severní a východní straně objektu, jako opatření navrhuji opravení severní a východní části střešního pláště. Další závažnou poruchou je vlhkost v celém objektu. Z podrobného průzkumu jsme zjistili, že se jedná o vzlinající, hydroskopickou a odstřikovou vlhkost. Nejvyšší výskyt vlhkosti je v sakristii a předsíni, kde dochází k vzlinání vlhkosti v kombinaci s odstřikovou srážkovou vodou z chybějícího okapového systému. Pro danou poruchu bych doporučila provést revitalizaci historických sanačních opatření proti vzlinání vlhkosti z podzákladí s doplněním okapového chodníku v části sakristie a předsíně a drenážního odvodnění. Z výsledků salinity jsme zjistili, že v celém objektu je velmi vysoký obsah dusičnanů a v části předsíně a sakristie zvýšený obsah síranů. Doporučuji provést odsolení pomocí obětované vápené omítky do výšky 1,5 metru. Po odsolení bych doporučila provést původní vápenné omítky.

Z výsledků analýzy historických omítek a malt jsme zjistili, že malta ze zdiva z presbytáře pochází pravděpodobně z raně barokního období. Malta je vápenná, poměr drobného kameniva a jíloviny k vápennému pojivu (kalcitu) je cca 3 : 1. Omítky jsou vápenné, u třech analyzovaných vzorků je také zjištěno malé množství sádrovce. Sádrovec obsažený v omítce pochází pravděpodobně z přechozích sanačních zásahů. Poměr drobného kameniva a jíloviny k vápennému pojivu (kalcit) je cca 2 : 1.

Z výsledků petrografického rozboru jsme zjistili, že do omítek a malt byl použit místní písek z daných toků Trnávky nebo Želivky. Prokazuje to výskyt zrn biotitových rul až silimanitových-biotitových rul z SV-JV v okolí Želivi.

5 Seznam použitých pramenů

Knihy

- [1] **Fára, Pavel.** *Sanace vlhkého zdiva*. Praha : Společnost pro technologie ochrany památek - STO, 2003. ISBN 80-86657-02-7.
- [2] **Hejhal, P.** *Poslední Vánoce biskupa Zdíka*. In: *Zaměřeno na středověk*. Praha: 2010, s. 581–585.
- [3] **Hejhal, P. a Šrámek, J.** *Glosy k raně středověkým dějinám Želiva*. In: *Sborník k počtě J. Kalfersta*. Hradec Králové: 2014, s. 32–54.
- [4] **Milan Holický, Vladislava Návarová, Roman Gottfried, Michal Kronika Jana Marková, Miroslav Sýkora, Karel Jung.** *Základy hodnocení existujících konstrukcí*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Kloknerův ústav. 2013. ISBN: 978-80-01-05419-2.
- [5] **HORYNA, Mojmír.** Jan Blažej Santini-Aichel. Praha: Karolinum, 1998. ISBN 80-7184-664-3.
- [6] **Hošek, Jiří.** *Historické omítky: průzkumy, sanace, typologie*. Praha : Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1395-3.
- [7] **Klobiber, Micha a Drdácý, Miloš.** *Diagnostika dřevěných konstrukcí*. Praha : Informační centrum ČKAIT, 2015. ISBN 978-80-87438-64-0.
- [8] **Kopecká, Ivana a Nejedlý, Vratislav .** *Průzkum historických materiálů: analytické metody pro restaurování památkovou péčí*. Praha : Grada Publishing, 2005. ISBN 80-247-1060-9.
- [9] **Moropoulou, A., Bakolas, A., Bisbikou, K.:** *Characterization of ancient, byzantine and later historic mortars by thermal and X-ray diffraction techniques*. In *Thermochimica Acta*. [online] 1995, vol 269/270, s. 779-795 [cit. 2017-11-20]. Dostupné z http://users.ntua.gr/amoropul/assets/Moropoulou_1.pdf

- [10] **Petrů, Václav.** *Kláster Želiv*. Praha : Cyrillo-Methodějská knihtiskárna a nakladatelství (V. Kotrba), 1898.
- [11] **Poche a Emanuel.** *Umělecké památky Čech. 4, (T/Ž)*. Praha : Academia, 1982.
- [12] **Razím, Vladislav a Macek, Petr.** *Zkoumání historických staveb*. Praze : Národní památkový ústav, územní odborné pracoviště středních Čech, 2011. ISBN 978-80-86516-41-.
- [13] **Vlček, Milan.** *Poruchy a rekonstrukce staveb I*. Brno : ERA, 2001. ISBN 80-86517-10-1.
- [14] **Vlček, Milan a Beneš, Petr.** *Poruchy a rekonstrukce staveb II. .* Brno : ERA, 2005. ISBN 80-7366-013-X.
- [15] **Vlček, Milan, a další, a další.** *Poruchy a rekonstrukce staveb I*. Brno : ERA, 2006. ISBN 80-7366-073-3.
- [16] **Witzany, Jiří.** *PDR - poruchy, degradace a rekonstrukce*. V Praze : České vysoké učení technické, 2010. ISBN 978-80-01-04488-9.

Normy

- [17] **ISO 13822** *Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí*. Praha: ÚNMZ, 2014, s. 43.
- [18] **ČSN P 73 0610**. *Hydroizolace staveb - Sanace vlhkého zdiva - Základní ustanovení*, Praha: Český normalizační institut, 2000, 20 s.

Webové stránky

- [19] *VEDUTY* [online]. 2017 [cit. 2017-010-11]. Dostupné z: <http://veduty.bach.cz/veduty/SearchBean.action;jsessionid=DB01603CAD00AE4AFBF364870B290517?searchType=basic&modeView=LIST>
- [20] *Čáslavský kraj. Wikiwand* [online]. [cit. 2017-11-25]. Dostupné z: http://www.wikiwand.com/cs/%C4%8C%C3%A1slavsk%C3%BD_kraj

- [21] *Archivnimapy.cz* [online]. [cit. 2017-11-25]. Dostupné z: http://archivnimapy.cz/skici/skici/CAS/CAS521018380/CAS521018380_index.html
- [22] *Česká geologická služba* [online]. [cit. 2017-11-25]. Dostupné z: http://mapy.geology.cz/geovedni_mapy500/?center=-693800,-1112000&scale=100000
- [23] *Helifix* [online]. [cit. 2017-11-25]. Dostupné z: <https://www.helifix.co.uk/case-studies/non-disruptive-lintel-creation-on-bristol-north-baths/>

Seznam Grafů

Graf 1 Kumulativní křivka zrnitosti nerozpustných zbytků anal. č. 16217.....	61
Graf 2 Kumulativní křivka zrnitosti nerozpustných zbytků anal. č. 16 219.....	68
Graf 3 Kumulativní křivka zrnitosti nerozpustných zbytků anal. č. 16220.....	70
Graf 4 Kumulativní křivka zrnitosti nerozpustných zbytků anal. č. 16203.....	73
Graf 5 Distribuční křivky zrnitosti nerozpustných zbytku omítek anal. č. 16217, 16219 a malty anal. č 16203, 16220.....	78
Graf 6 Kumulativní zrnitostní křivka nerozpustných zbytku omítek anal. č. 16217, 16219 a malty anal. č 16203, 16220.....	78

Seznam obrázků

Obr. 1 Vývojový diagram postupu hodnocení, dle ČSN ISO 13822 [17].....	14
Obr. 2 Barevné vyhodnocení stavebního vývoje [12]	19
Obr. 3 Pohlednice s vyobrazenou legendou o založení kláštera Želivského Soběslavem I., původní předloha z 1. poloviny 18. Stol. [19]	21
Obr. 5 Císařský povinný otisk, výřez, 1838 [21].....	27
Obr. 4 Veduta kláštera Želiv z roku 1816 [20].....	28

Obr. 6 A – vztlínající vlhkost, B – povrchová kondenzace vnitřní straně zdiva, C – vztlínající vlhkost a kondenzace, E- hydroskopická vlhkost, F- pronikání dešťové vody [1]	31
Obr. 7 Elektrický odporový vlhkoměr.....	33
Obr. 8 Ukázka vyhodnocení DSC/TG analýzy	35
Obr. 9 Veduta z roku 1736, vpravo můžeme vidět kostel sv. Petra a Pavla.....	37
Obr. 10 Západní pohled na rozťatý štít kostela sv. Petra a Pavla.....	38
Obr. 11 Půdorysné schéma kostela sv. Petra a Pavla	38
Obr. 12 Mapa obce Želiv s vyznačeným řešeným objektem [22].....	39
Obr. 13 Pohled na základy sakristie a na vzduchově otevřený systém u hlavní lodě	40
Obr. 14 Detail křížové klenby s lunetami v presbytáři Obr. 15 Detail klenby s lunetami v sakristii	41
Obr. 16 Hlavní loď pohled na kruchtu s varhanami a na kazetový strop	41
Obr. 17 Kamenná dlažba v hlavní lodi.....	42
Obr. 18 Detail okna a vstupních dveří.....	42
Obr. 19 Jižní pohled na objekt.....	43
Obr. 20 Detail chybějících střešních tašek na střešním plášti kostela Sv. Petra a Pavla	44
Obr. 21 Detail vlhkostních map v kostele Sv. Petra a Pavla	45
Obr. 22 Detail biologické degradace stěny v části se stykem s podlahou v sakristii	45
Obr. 23 Detail degradace omítky a náletových rostlin nacházející se na západní straně štítu objektu	46
Obr. 24 Degradace kvádrkového zdiva na jihovýchodní straně.....	46
Obr. 25 Detail triumfálního oblouku se zvýrazněnými tahovými trhlinami	47

Obr. 26 Detail zvýrazněných smršťovacích trhlin nad presbytářem	48
Obr. 27 Detail tahové trhliny nad západním vchodem do kostela.....	49
Obr. 28 Detail uvolněného stupně u vchodu na kůr	50
Obr. 29 Odběrné místo vzorku S3	51
Obr. 30 Vzorky umístěné v sušárně	Obr. 31 Vysušené odebrané vzorky
Obr. 32 Detail filtrování jednotlivých vzorků a určení obsahu solí pomocí proužků Quantofix.....	53
Obr. 33 Rozmělnění vzorku v achátové třecí misce na prášek pod 4 μ m	54
Obr. 34 Vlevo detail reakce omítky s 10% HCl, vpravo promývání vzorku destilovanou vodou u anal. č. 16 217.....	55
Obr. 35 Rozbor nerozpustného zbytku u omítky anal. č. 16 219 pomocí světleného mikroskopu Nikon SMZ -2T	56
Obr. 36 Optická mikroskopie v nasvíceném světle nerozpustného zbytku z drobného kameniva s povlakem bílé sádrové hmoty anal. č. 16 217 po odstranění karbonátu HCl, zrnitost 1-2 mm.....	62
Obr. 37 Optická mikroskopie řezu omítky anal. č. 16 217, bílé vrstvě jsou viditelné vlákna	63
Obr. 38 Optická mikroskopie povrchu omítky anal. č. 16 217	63
Obr. 39 Vzorek č. 16217 - bazální část omítkové vrstvy s bílým povlakem na bázi (na snímku na okraji vpravo). Na bázi těla omítky jsou zrna drobného kameniva tvořena subangulárně omezenými zrny křemene a živců, zrny srůstů křemene a živců, navětralými šupinami biotitu a ostrohrannými zrny křemene s undulózním zhášením. Pojivo dobře obaluje písková zrna. Klášter Želiv, kostel sv. Petra a Pavla, 2017. Optická polarizační mikroskopie anal. č. 16217. Zkřížené nikoly. Měřítka na snímku.	64
Obr. 40 Vzorek č. 16217 - střední část omítkové vrstvy silné 8-9 mm. V této části omítky jsou zrna drobného kameniva tvořena subangulárně omezenými zrny křemene a živců,	

zrny srůstů křemenných zrn (granitoidní typ) a K-živců, navětralými šupinami biotitu a šupinami muskovitu. Pojivo dobře obaluje písková zrna. Klášter Želiv, kostel sv. Petra a Pavla, 2017. Optická polarizační mikroskopie anal. č. 16217. Rovnoběžné nikoly. Měřítka na snímku.....	64
Obr. 41 Vzorek č. 16217 - povrchová vrstva omítky s hnědávým pigmentem (Obr. 38) dosedající na tělo vápenné omítky. Mocnost této vrstvy je cca 1 mm. Podle IRS (FTIR) je identifikován v pojivu této vrstvy sádrovec. V této vrstvě jsou drobná zrna křemene a živců, u vzorku byla zjištěna i vlákna (Obr. 37). Tmavá stopa odpovídá houbovému pletivu. Klášter Želiv, kostel sv. Petra a Pavla, 2017. Optická polarizační mikroskopie anal. č. 16217. Zkřížené nikoly. Měřítka na snímku.....	65
Obr. 42 Vzorek č. 16217 - tělo omítky. Písková zrna drobného kameniva tvoří subangulárně omezená zrna z granitoidního křemene, čirá zrna ostrohranného křemene a oválné zrno křemence s karbonátem. V pojivu jsou rozptýleny různě zvětralé šupiny slíd s limonitizací. Klášter Želiv, kostel sv. Petra a Pavla, 2017. Optická polarizační mikroskopie anal. č. 15217. Šikmé nikoly. Měřítka na snímku.....	65
Obr. 43 Vpravo oddělené drobné kamenivo od nerozpuštěného pojiva tvořené sádrovcem u anal. č. 16 219, vlevo optická mikroskopie kameniva frakce 1-2 u anal. č. 16 219.....	68
Obr. 44 Optická mikroskopie nerozpustného zbytku drobného kameniva anal. č. 16 220 po odstranění karbonátu HCl, vlevo zrnitost 2-3 mm a vpravo zrnitost 1-2 mm.....	71
Obr. 45 Vzorek č. 16203 - valoun silimanit-muskovit-biotitické ruly v maltě. Klášter Želiv, kostel sv. Petra a Pavla, 2017. Optická polarizační mikroskopie v procházejícím světle. Zkřížené nikoly. Měřítka na snímku.	74
Obr. 46 Vzorek č. 16203 - silimanit ve valounu silimanit-muskovit biotitické ruly v maltě. Klášter Želiv, kostel sv. Petra a Pavla, 2017. Optická polarizační mikroskopie v procházejícím světle. Rovnoběžné nikoly. Měřítka na snímku.....	74
Obr. 47 Vzorek č. 16203 - vápenné pojivo malty s křemennými zrny a se silně vermikulitizovanými a limonitizovanými šupinami biotitu. Klášter Želiv, kostel sv. Petra a Pavla, 2017. Optická polarizační mikroskopie v procházejícím světle. Šikmé nikoly. Měřítka na snímku.....	75

Obr. 48 Vzorek č. 16203 - vápenné pojivo malty se zbytky popeloviny. Klášter Želiv, kostel sv. Petra a Pavla, 2017. Optická polarizační mikroskopie v procházejícím světle. Šikmé nikoly. Měřítka na snímků.	75
Obr. 49 Vzorek č. 16203 - vápenné pojivo malty se zbytky popeloviny a s izolovanými rostlinnými vlákny. Klášter Želiv, kostel sv. Petra a Pavla, 2017. Optická polarizační mikroskopie v procházejícím světle. Zkřížené nikoly. Měřítka na snímků.	76
Obr. 50 Vzorek č. 16203 - vápenné pojivo malty z jemnozrnného kalcitu, s jílovinou a křemennými zrny a se zbytky vláken rostlinného původu. Klášter Želiv, kostel sv. Petra a Pavla, 2017. Optická polarizační mikroskopie v procházejícím světle. Zkřížené nikoly. Měřítka na snímků.....	76
Obr. 51 Provedení sanace cihelného překladu systému helfix [23].....	81

Seznam rovnic

1. Vlhkost: $w = \frac{m_d - m_s}{m_s} \cdot 100 \quad [\%]$
2. $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{T 20-1000^\circ\text{C}} \text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
3. $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{T 20-1000^\circ\text{C}} \text{CaO} + \text{CO}_2$

Seznam tabulek

Tab. 1 Plán provedených analýz historických omítek a malt	30
Tab. 2 - Vlhkost zdiva dle ČSN P 73 0610 [18].....	32
Tab. 3 - Vlhkost vzduchu ve vnitřním prostředí budov dle ČSN P 73 0610 [18]	32
Tab. 4 - Salinita zdiva dle ČSN P 73 0610 [18]	34
Tab. 5 Výsledky vlhkostního stavu daného objektu.....	57
Tab. 6 Výsledky vlhkosti dřeva v daném objektu	58
Tab. 7 Vypočítaný obsah CaSO_4 a úbytek $2\text{H}_2\text{O}$, celý vzorek	59

Tab. 8 Vypočítaný obsah CaCO_3 a úbytek CO_2 , celý vzorek	59
Tab. 9 Výsledky cihelných vzorků na obsah vodorozpustných solí (* $\text{SO}_4^{-2} < 200 \text{ mg/l}$ pod hranicí detekčního limitu; $\text{NO}_3^- > 500 \text{ mg/l}$ nad hranicí detekčního limitu)	60
Tab. 10 Bilanční odhad složení omítky anal. č. 16217 (DK – drobné kamenivo, Po-pojivo)	61
Tab. 11 Zrnitostní složení drobného kameniva uvolněného z omítky anal. č. 16 217 16217	61
Tab. 12 Bilanční odhad složení omítky analýza č. 16219 (DK – drobné kamenivo, Po-pojivo)	67
Tab. 13 Zrnitostní složení drobného kameniva uvolněného z omítky anal. č. 16 219	68
Tab. 14 Bilanční odhad složení malty analýza č. 16220 (DK – drobné kamenivo, Po-pojivo)	70
Tab. 15 Zrnitostní složení drobného kameniva uvolněného z malty analýza č. 16 220	70
Tab. 16 Bilanční odhad složení malty anal. č. 16203 (DK – drobné kamenivo, Po-pojivo)	72
Tab. 17 Zrnitostní složení drobného kameniva uvolněného z malty anal. č. 16203	73

6 Seznam příloh

Příloha 1 Jižní pohled na objekt	3
Příloha 2 Západní pohled na objekt	3
Příloha 3 Východní pohled na objekt	2
Příloha 4 Severní pohled na objekt	2
Příloha 5 Pohled na hlavní loď a na kruchtu v hlavní lodi	3
Příloha 6 Odběrná místa vzorku 16216 (Z1) a 16217 (Z2)	3

Příloha 7 Vlevo detail místa odebraného vzorku 16 218 (Z3) a vpravo detail celistvého vzorku 16216	4
Příloha 8 Odběrná místa vzorku 16 220 (Z5) a 16221 (Z6)	4
Příloha 9 Odběrná místa pro vlhkost vzorku S3 a S5	4
Příloha 10 Odběrná místa pro vlhkost vzorku S8 a S10	5
Příloha 11 Výsledek t DSC/TG analýzy vzorek anal. č. 16 216 (CC- kalcit (CaCO_3), Q-křemen)	5
Příloha 12 Výsledek DSC/TG analýzy vzorek anal. č. 16 217 (CC- kalcit (CaCO_3), Q-křemen)	5
Příloha 13 Výsledek DSC/TG analýzy vzorek anal. č. 16 218 (CC- kalcit (CaCO_3), Q-křemen)	6
Příloha 14 Výsledek DSC/TG analýzy vzorek anal. č. 16 219 (CC- kalcit (CaCO_3), Q-křemen)	7
Příloha 15 Výsledek DSC/TG analýzy vzorek anal. č. 16 220 (CC- kalcit (CaCO_3), Q-křemen)	7
Příloha 16 Výsledek DSC/TG analýzy vzorek anal. č. 16 221 (CC- kalcit (CaCO_3), Q-křemen)	8
Příloha 17 Výsledek DSC/TG analýzy pojiva anal. č. 16 203	8
Příloha 18 Výsledek DSC/TG analýzy nerozpustného zbytku zorek anal. č. 16 203	9
Příloha 19 Zrnitostní složení drobného kameniva uvolněného z omítky anal. č. 16217 (sítový rozbor zrn o celkové hmotnosti 102,04 g z chemicky ošetřeného vzorku)	9
Příloha 20 Zrnitostní složení drobného kameniva uvolněného z omítky anal. č. 16219 (sítový rozbor zrn o celkové hmotnosti 19,86 g z chemicky ošetřeného vzorku)	10
Příloha 21 Zrnitostní složení drobného kameniva uvolněného z omítky anal. č. 16220 (sítový rozbor zrn o celkové hmotnosti 8,95 g z chemicky ošetřeného vzorku)	10

Příloha 22 Zrnitostní složení drobného kameniva uvolněného z malty anal. č. 16203(sítový rozběr zrn o celkové hmotnosti 53,4 g z chemicky ošetřeného vzorku)	11
Příloha 23 Procentuální zastoupení mineralogického složení nerozpustného zbytku zrn drobného kameniva u vzorku anal. č. 16203. Označení minerálů: Q - křemen, bi – biotit, sill – silimanit, mu –muskovit	11
Příloha 24 Procentuální zastoupení mineralogického složení nerozpustného zbytku zrn drobného kameniva u vzorku anal. č. 16220. Označení minerálů: Q- křemen, bi –biotit, sill – silimanit, mu –muskovit, NZ- nerozpustný zbytek	12
Příloha 25 Procentuální zastoupení mineralogického složení nerozpustného zbytku zrn drobného kameniva frakce (>3,2-3,1-2 mm) u vzorku anal. č.16219. Označení minerálů: Q- křemen, bi –biotit, sill – silimanit, mu –muskovit, NZ- nerozpustný zbytek.....	13
Příloha 26 Vyhodnocení infračervené spektrometrie u vzorku anal. č. 16 217.....	13
Příloha 27 Infračervená spektroskopie vzorku anal. č. 16217/P	14
Příloha 28 Infračervená spektroskopie vzorku anal. č. 16217/B.....	14
Příloha 29 Infračervená spektroskopie vzorku anal. č. 16217/T	15
Příloha 30 Infračervená spektroskopie vzorku anal. č. 16217/SB.....	15
Příloha 31 Infračervená spektroskopie nerozpustný zbytek anal. č. 16217/SB.....	16
Příloha 32 Infračervená spektroskopie celého vzorku anal. č. 16217/SB	16

Seznam výkresu

- 1) Výkres 1 Půdorys 1. NP stávajícího stavu
- 2) Výkres 2 Půdorys 1. NP vyhodnocení stavebního vývoje
- 3) Výkres 3 Půdorys 1. NP s vyznačenými vady a poruchami
- 4) Výkres 4 Půdorys 1. NP s vyznačenými sondami
- 5) Výkres 5 Půdorys 1. NP míra zavlhčení

Přílohy fotodokumentace a protokoly z měření

Příloha 1 Jižní pohled na objekt



Příloha 2 Západní pohled na objekt



Příloha 3 Východní pohled na objekt



Příloha 4 Severní pohled na objekt



Příloha 5 Pohled na hlavní loď a na kruchtu v hlavní lodi



Příloha 6 Odběrná místa vzorku 16216 (Z1) a 16217 (Z2)



Příloha 7 Vlevo detail místa odebraného vzorku 16 218 (Z3) a vpravo detail celistvého vzorku 16216



Příloha 8 Odběrná místa vzorku 16 220 (Z5) a 16221 (Z6)



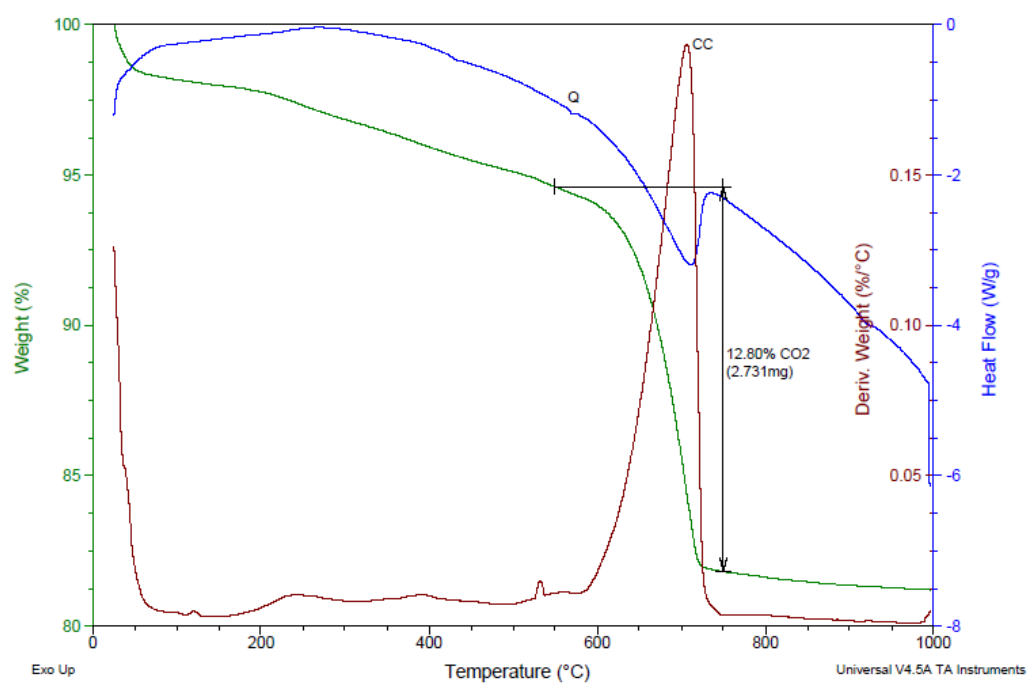
Příloha 9 Odběrná místa pro vlhkost vzorku S3 a S5



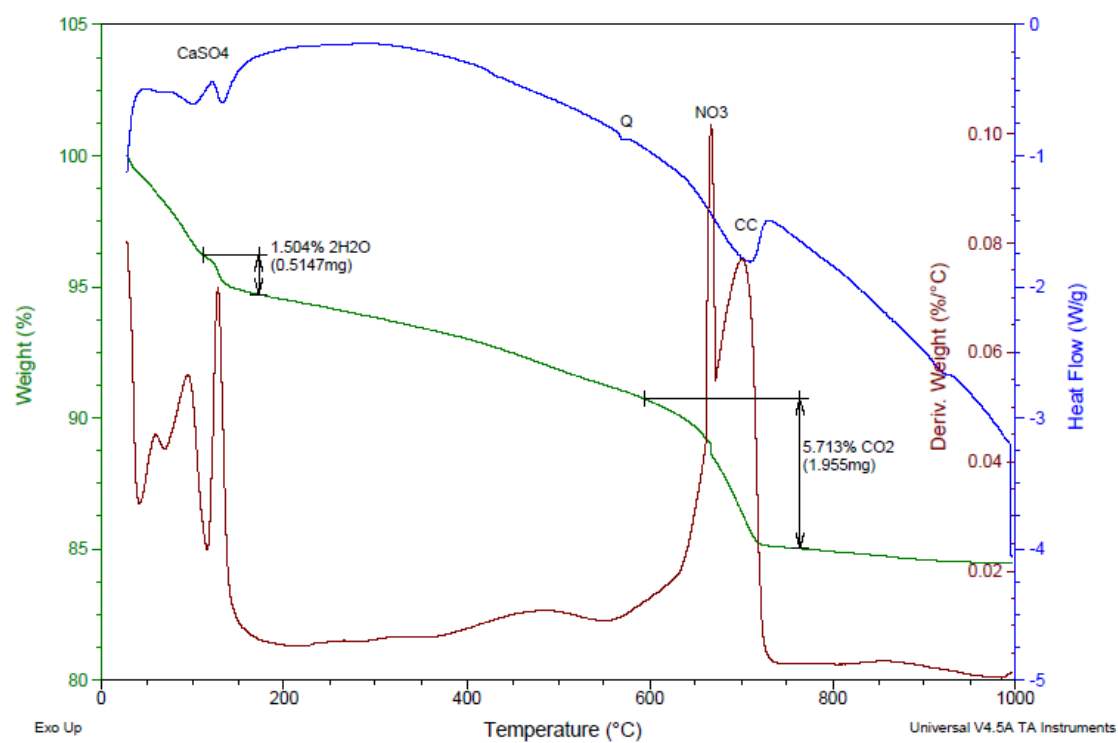
Příloha 10 Odběrná místa pro vlhkost vzorku S8 a S10



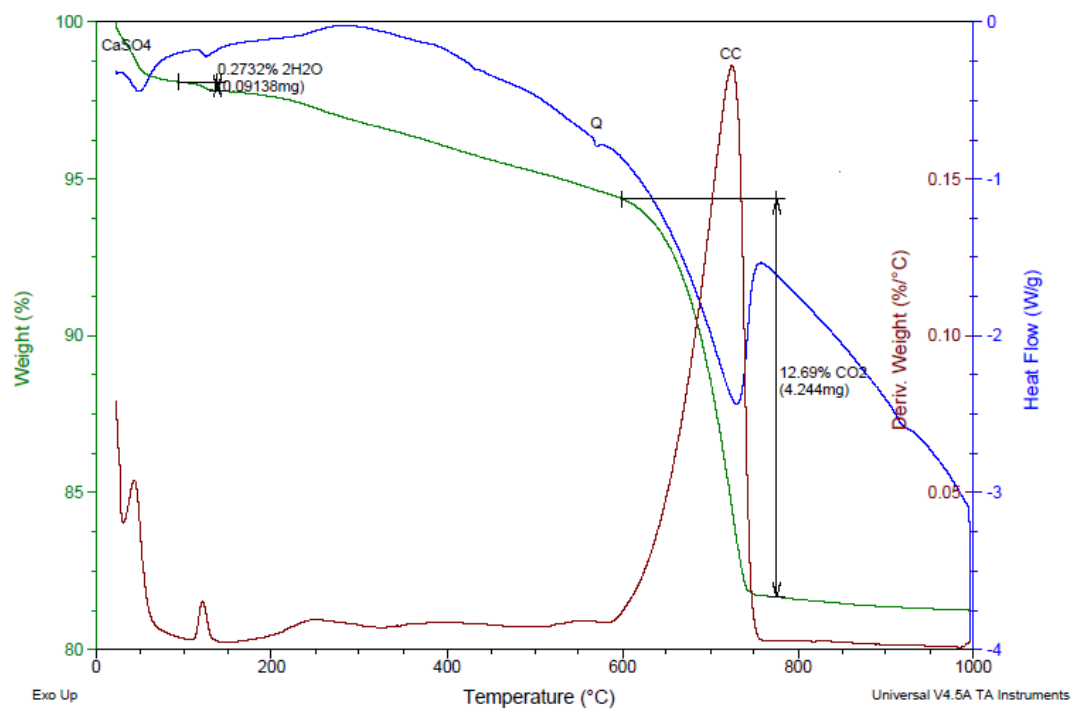
Příloha 11 Výsledek t DSC/TG analýzy vzorek anal. č. 16 216 (CC- kalcit (CaCO_3), Q-křemen)



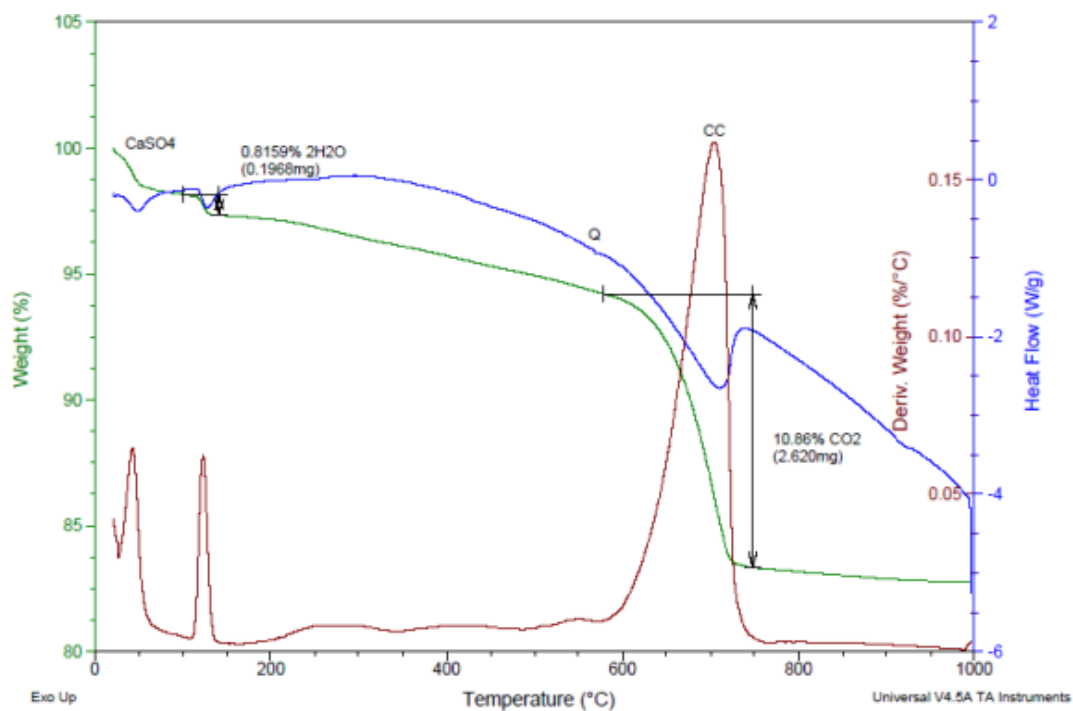
Příloha 12 Výsledek DSC/TG analýzy vzorek anal. č. 16 217 (CC- kalcit (CaCO_3), Q-křemen)



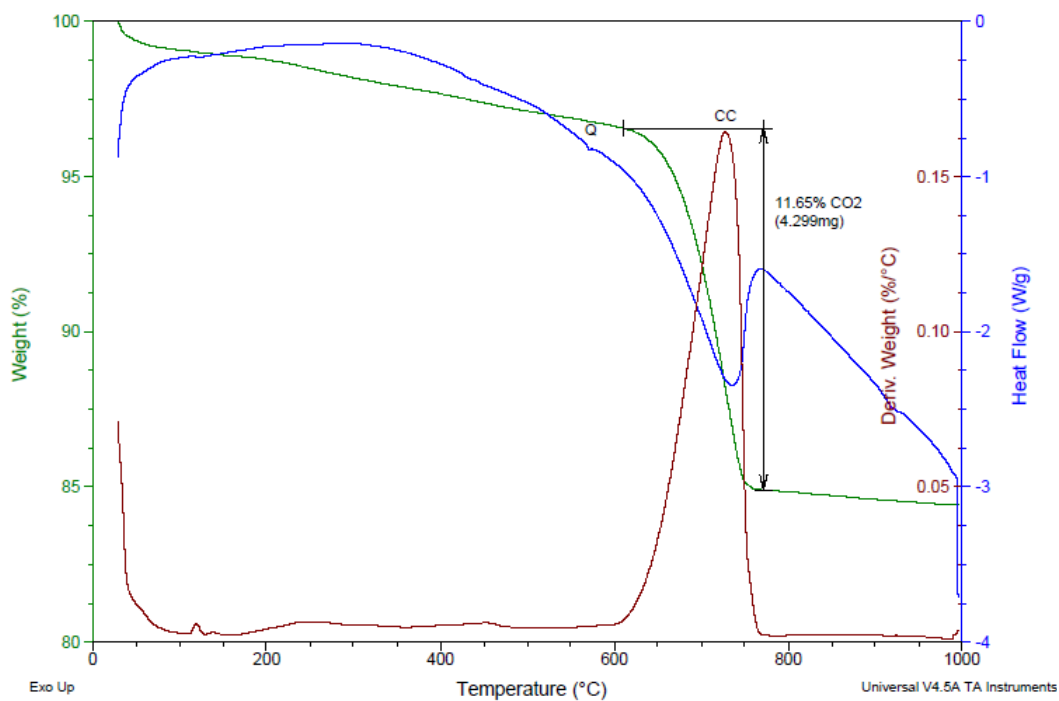
Příloha 13 Výsledek DSC/TG analýzy vzorek anal. č. 16 218 (CC- kalcit (CaCO_3), Q-křemen)



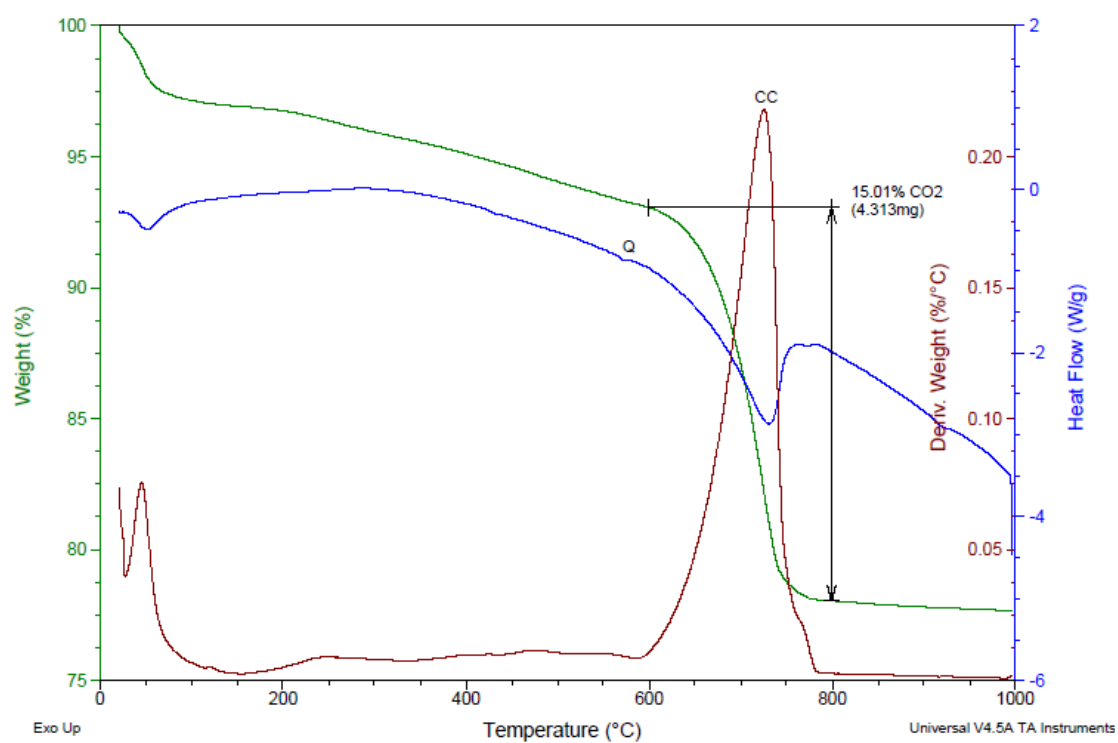
Příloha 14 Výsledek DSC/TG analýzy vzorek anal. č. 16 219 (CC- kalcit (CaCO_3), Q-
křemen)



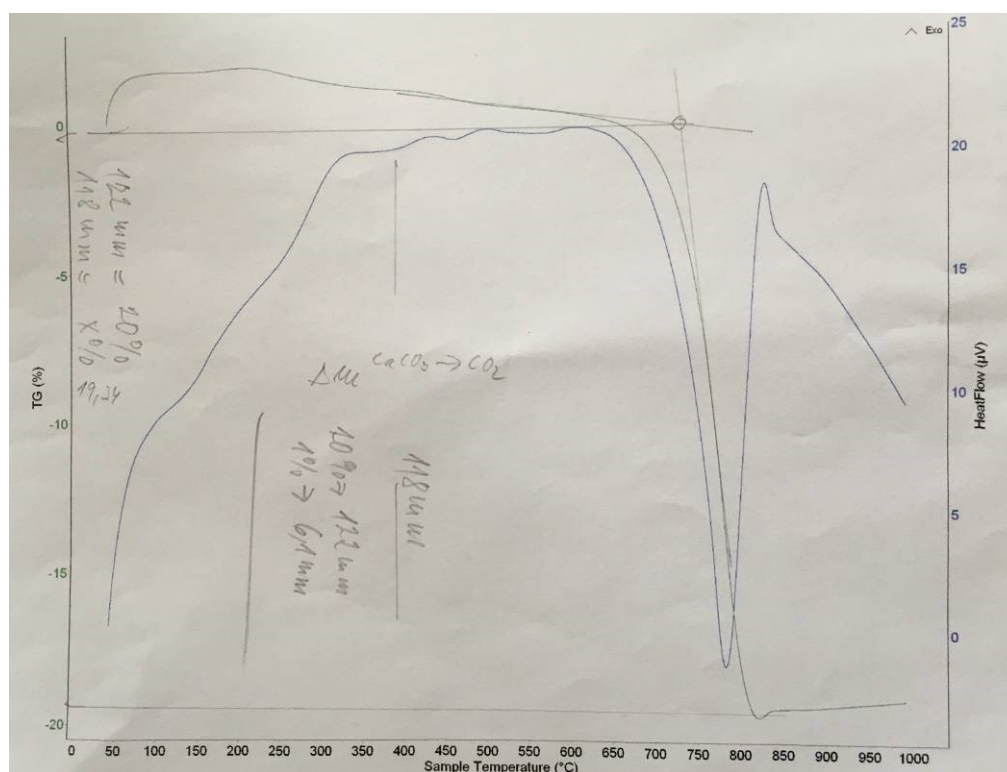
Příloha 15 Výsledek DSC/TG analýzy vzorek anal. č. 16 220 (CC- kalcit (CaCO_3), Q-křemen)



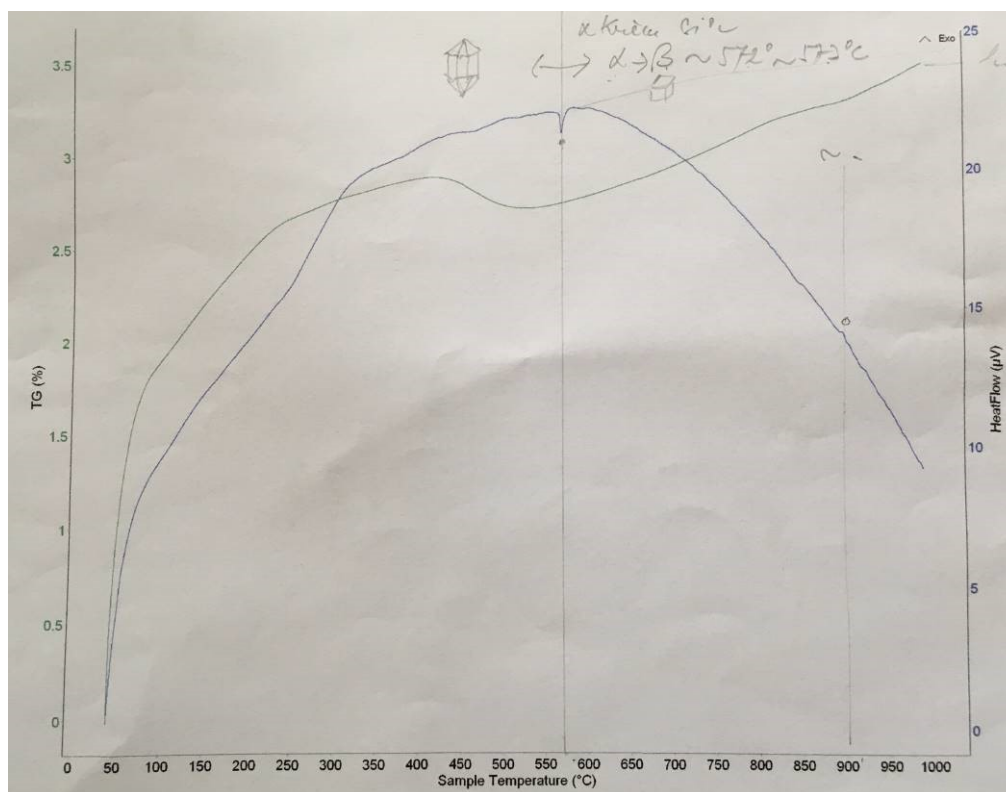
Příloha 16 Výsledek DSC/TG analýzy vzorek anal. č. 16 221 (CC- kalcit (CaCO_3), Q-křemen)



Příloha 17 Výsledek DSC/TG analýzy pojiva anal. č. 16 203



Příloha 18 Výsledek DSC/TG analýzy nerozpustného zbytku zorek anal. č. 16 203



Příloha 19 Zrnitostní složení drobného kameniva uvolněného z omítky anal. č. 16217 (síťový rozbor zrn o celkové hmotnosti 102,04 g z chemicky ošetřeného vzorku)

Frakce od – do [mm]		Střed intervalu [mm]	Hmotnost frakce [g]	Podíl frakce [%]	Kumulativní součet [g]
3	10	6,5	7,1	6,96	100,00
2	3	2,5	14,13	13,85	93,04
1	2	1,5	17,87	17,51	79,19
0,5	1	0,75	31,54	30,91	61,68
0,25	0,5	0,38	23,71	23,24	30,77
0,1	0,25	0,18	6,20	6,08	7,54
0,01	0,1	0,06	1,49	1,46	1,46
Suma			102,04	100,00	

Příloha 20 Zrnitostní složení drobného kameniva uvolněného z omítky anal. č. 16219 (sítový rozbor zrn o celkové hmotnosti 19,86 g z chemicky ošetřeného vzorku)

Frakce od – do [mm]		Střed intervalu [mm]	Hmotnost frakce [g]	Podíl frakce [%]	Kumulativní součet [g]
3	10	6,5	0,36	1,81	100,00
2	3	2,5	0,74	3,73	98,19
1	2	1,5	1,76	8,86	94,46
0,5	1	0,75	7,08	35,65	85,60
0,25	0,5	0,38	6,83	34,39	49,95
0,1	0,25	0,18	2,37	11,93	15,56
0,01	0,1	0,06	0,72	3,63	3,63
Suma			19,86	100,00	

Příloha 21 Zrnitostní složení drobného kameniva uvolněného z omítky anal. č. 16220 (sítový rozbor zrn o celkové hmotnosti 8,95 g z chemicky ošetřeného vzorku)

Frakce od – do [mm]		Střed intervalu [mm]	Hmotnost frakce [g]	Podíl frakce [%]	Kumulativní součet [g]
3	10	6,5	0,65	7,26	100,00
2	3	2,5	0,80	8,94	92,74
1	2	1,5	1,50	16,76	83,80
0,5	1	0,75	2,80	31,28	67,04
0,25	0,5	0,38	1,93	21,56	35,75
0,1	0,25	0,18	0,65	7,26	14,19
0,01	0,1	0,06	0,62	6,93	6,93
Suma			8,95	100,00	

Příloha 22 Zrnitostní složení drobného kameniva uvolněného z malty anal. č. 16203 (síťový rozbor zrn o celkové hmotnosti 53,4 g z chemicky ošetřeného vzorku)

Frakce od – do [mm]		Střed intervalu [mm]	Hmotnost frakce [g]	Podíl frakce [%]	Kumulativní součet [g]
3	10	6,50	6,5	12,17	100,00
2	3	2,50	6,8	12,73	87,83
1	2	1,50	8,3	15,54	75,09
0,50	1,00	0,75	11,8	22,10	59,55
0,25	0,50	0,38	12,5	23,41	37,45
0,10	0,25	0,18	5,7	10,67	14,04
0,0100	0,1	0,06	1,8	3,37	3,37
Suma			53,4	100,00	

Příloha 23 Procentuální zastoupení mineralogického složení nerozpustného zbytku zrn drobného kameniva u vzorku anal. č. 16203. Označení minerálů: Q – křemen, bi – biotit, sill – silimanit, mu – muskovit

Frakce od-do [mm]	Křemen				Horniny (bi-sill- ruly)	Živce	Srůsty minerálů			Slídy	
	bílý	žlutý	hnědý	s patinou s limonitem			Q-bi	Q-bi- sill	Q- mu- sill	Mu- muskovit	Bi- biotit
3 - 10	2	-	-	5	58	3	10	15	5	-	2
2 - 3	8	1	-	10	39	4	14	15	6	bi-mu 2	1
1 - 2	16	5	-	28	19	3	Q-bi-tu Q-tu 12	14	-	-	3
0,50 - 1,00	30	8	2	40	8	1	7	-	-	-	4
0,25 - 0,50	47	14	-	27	-	2	4	-	-	-	6
0,10 - 0,25	59	22	-	6	-	-	2	-	-	1	10
pod 0,1	62	26	-	1	-	-	-	-	-	-	11

Příloha 24 Procentuální zastoupení mineralogického složení nerozpustného zbytku zrn drobného kameniva u vzorku anal. č. 16220. Označení minerálů: Q- křemen, bi –biotit, sill – silimanit, mu – muskovit, NZ- nerozpustný zbytek

Frakce od-do [mm]	Křemen				Hornin y (bi- sill- ruly)	Živce	Srůsty minerálů			Slídy		Dřevo tráva	NZ pojiva	cihly	uhlíky
	bílý	žlutý	hnědý	s patinou s limonitem			Q- bi	Q- bi- sill	Q- mu- sill	Mu- muskovit	Bi- biotit				
3 - 10	-	-	-	-	50	10	-	10	10	-	-	10	10	-	-
2 - 3	19	-	-	5	31	-	17	14	10	bi-mu 5	-	-	-	-	-
1 - 2	32	9	7	13	4	7	9	7	5	bi-mu 1	4	-	1	2	-
0,50 - 1,00	51	13	8	9	0	8	4	-	-	1	6	-		1	0
0,25 - 0,50	55	14	2	8	-	6	4	-	-	1	6	-	1	2	0
0,10 - 0,25	60	22	0	5	-	4	1	-	-	0	5	-	1	2	-
pod 0,1	63	28	-	2	-	1	-	-	-	0	4	0	1	1	-

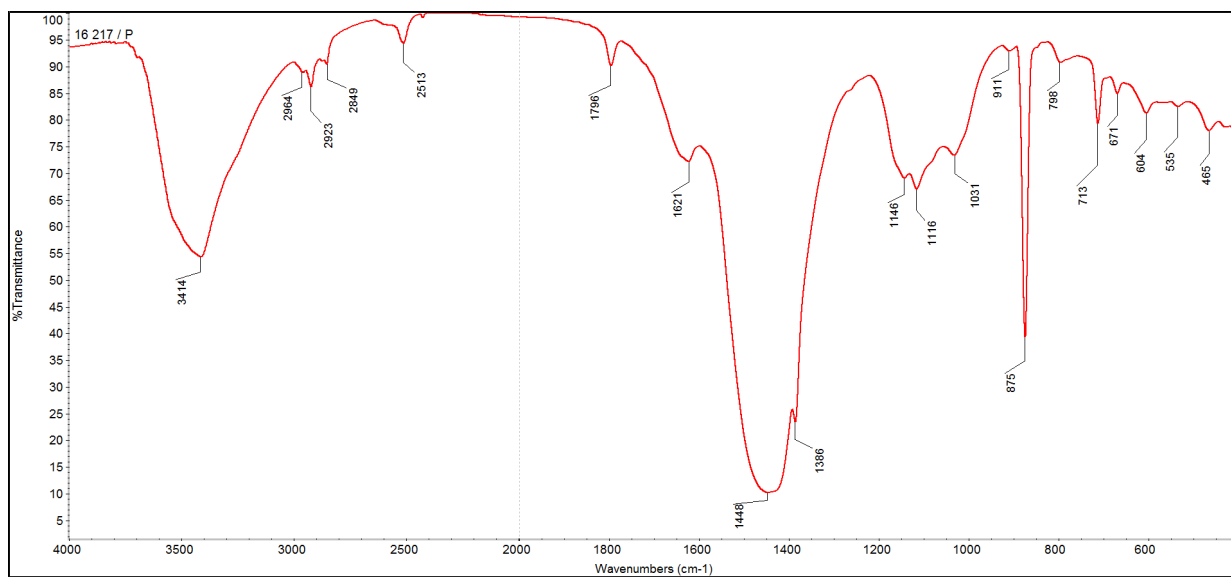
Příloha 25 Procentuální zastoupení mineralogického složení nerozpustného zbytku zrn drobného kameniva frakce (>3,2-3,1-2 mm) u vzorku anal. č.16219. Označení minerálů: Q- křemen, bi – biotit, sill – silimanit, mu –muskovit, NZ- nerozpustný zbytek

Frakce	Křemen				Horniny (bi-sill- ruly)	Živce	Srůsty minerálů			Slídy		Dřevo tráva	NZ pojivo	cihly	uhlíky
	od-do [mm]	bílý	žlutý	hnědý s limonitem			Q- bi	Q- bi- sill	Q- mu- sill	Mu- muskovit	Bi- biotit				
3 – 10	19	-	-	-	23	4	8	15	-	bi-mu8	-	-	23	-	-
2 – 3	5	4	-	1	9	2	2	4	2	0	1	-	70	0	0
1 – 2	11	5	3	3	1	1	2	5	1	0	1	0	65	0	-

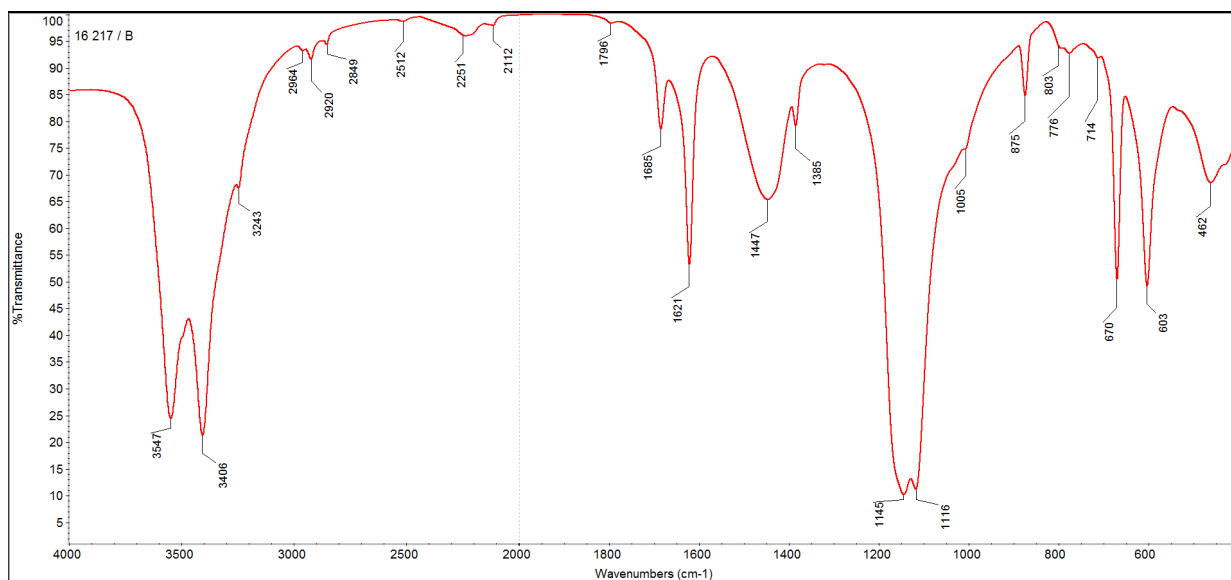
Příloha 26 Vyhodnocení infračervené spektrometrie u vzorku anal. č. 16 217

Anal. č.	kalcit [cm ⁻¹]	křemen [cm ⁻¹]	dusičnan [cm ⁻¹]	sádrovec [cm ⁻¹]	jílovec [cm ⁻¹]	portlandit [cm ⁻¹]
16217 - P	1796, 1448, 875, 713	1116, 1031, 798	1386	1146	-	
16217 - B	1447, 875, 714	-	1385	3406, 1621, 1116, 603	-	
16217 - T	1741, 1431, 875, 714	1115, 1081, 1032, 795	1384	-	2959, 2426	
16217 - SB	1794, 1448, 875, 713	1115, 1081, 1032, 797	1384	-	-	3698
16203 - celý vzorek	1429, 874, 713	1079, 1031, 775	-	-	3430	-
16203 - nerozpustný zbytek	-	1087, 1031, 779	1381	-	3439	-

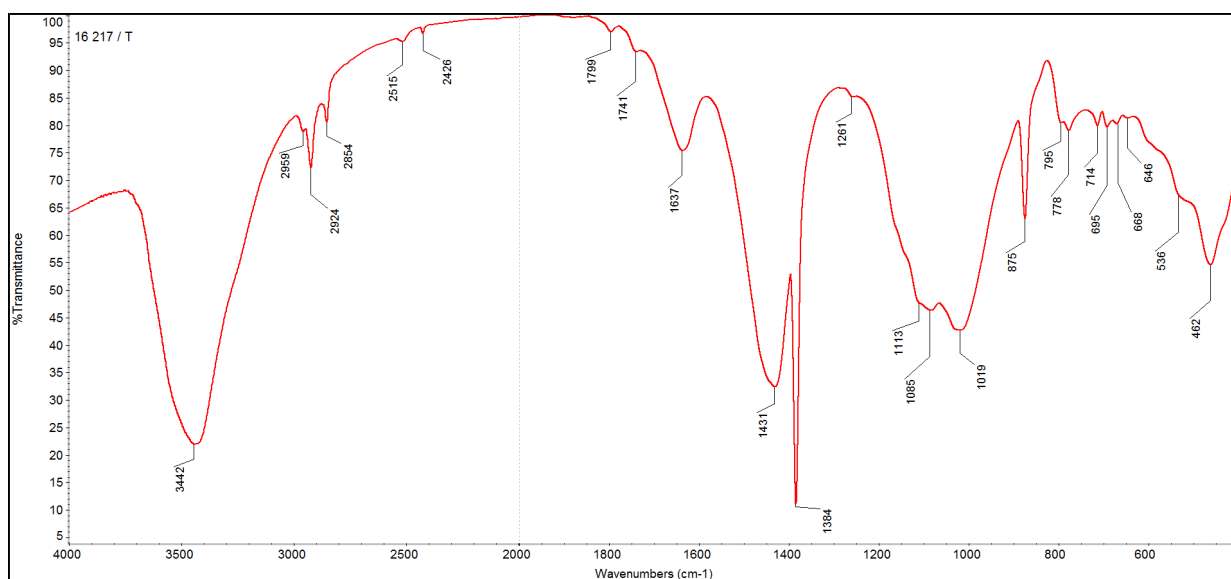
Příloha 27 Infračervená spektroskopie vzorku anal. č. 16217/P



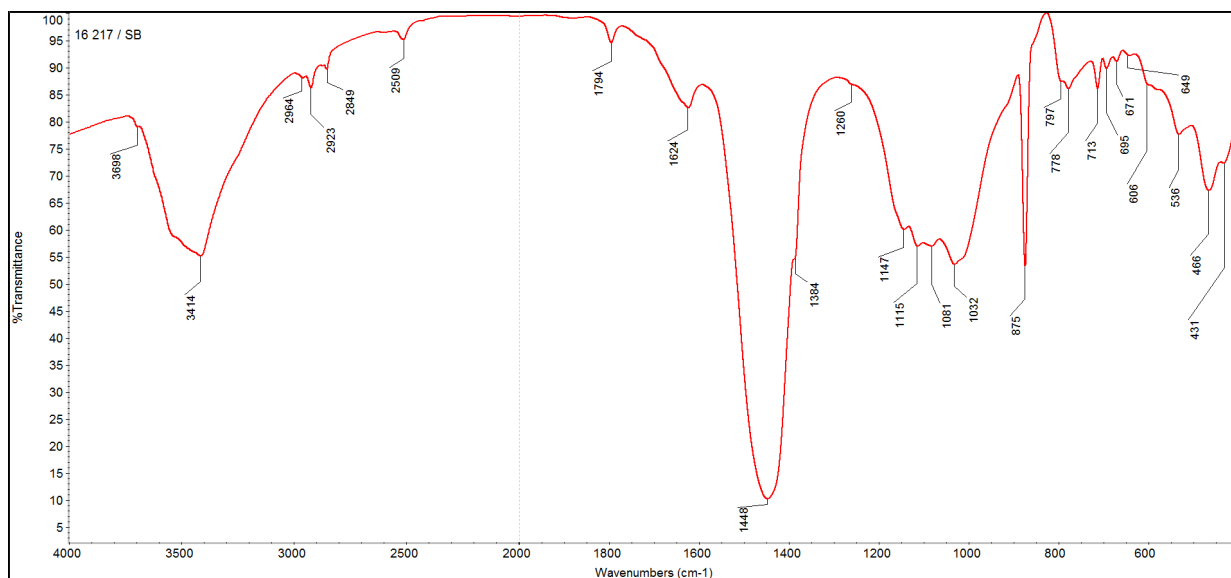
Příloha 28 Infračervená spektroskopie vzorku anal. č. 16217/B



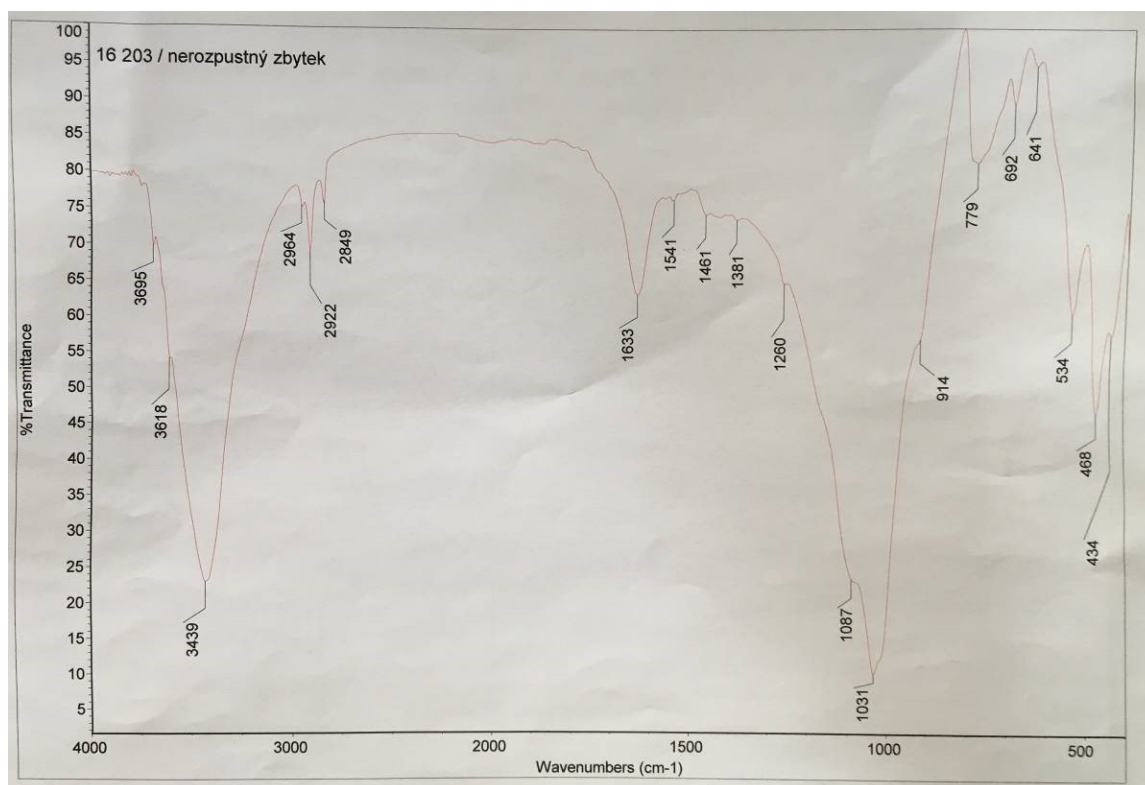
Příloha 29 Infračervená spektroskopie vzorku anal. č. 16217/T



Příloha 30 Infračervená spektroskopie vzorku anal. č. 16217/SB



Příloha 31 Infračervená spektroskopie nerozpustný zbytek anal. č. 16217/SB



Příloha 32 Infračervená spektroskopie celého vzorku anal. č. 16217/SB

